



BIOR

PĀRTIKAS DROŠĪBAS, DZĪVNIEKU VESELĪBAS
UN VIDES ZINĀTNISKAIS INSTITŪTS

**ZINĀTNISKI PAMATOTI LABAS
RAŽOŠANAS PRAKSES IETEIKUMI**

***CAMPYLOBACTER* SPP.
IZPLATĪBAS SAMAZINĀŠANAI
SVAIGĀ PUTNU GAĻĀ**

RĪGA 2018

APSTIPRINU
Zemkopības ministrijas
Veterinārā un pārtikas departamenta direktore
Zanda Matuzale

PROJEKTA ATSKAITE

**“Zinātniski pamatoti labas ražošanas prakses ieteikumi
Campylobacter spp. izplatības samazināšanai svaigā putnu gaļā”**

IZPILDĪTĀJS
Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts „BIOR”

Rīga
2018

SATURA RĀDĪTĀJS

IEVADS.....	3
1. CAMPYLOBACTER SPP. RAKSTUROJUMS.....	5
2. PĒTĪJUMA REZULTĀTI PAR CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBU BROILERCĀĻU GAĻAS RAŽOŠANAS KĒDĒ LATVIJĀ.....	7
2.1. CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA BROILERCĀĻOS	7
2.2. CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA MAZUMTIRDZNICĪBAS NEFASĒTĀS BROILERCĀĻU GAĻAS PARAGOS UN MAZUMTIRDZNICĪBAS VIETĀS	9
2.3. CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA MAZUMTIRDZNICĪBAS UZŅĒMUMU VIDĒ	14
3. CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA BROILERCĀĻU GANĀMPULKOS.....	16
3.1. BROILERCĀĻI KĀ CAMPYLOBACTER SPP. PĀRNĒSĀTĀJI	16
3.2. CAMPYLOBACTER SPP. VERTIKĀLAIS PĀRNĒSĀŠANAS VEIDS BROILERCĀĻU NOVIETNĒS	19
3.3. CAMPYLOBACTER SPP. HORIZONTĀLAIS PĀRNĒSĀŠANAS VEIDS BROILERCĀĻU NOVIETNĒS	20
3.4. SPECIFISKIE PREVENTĪVIE PASĀKUMI PUTNU NOVIETNĒ	32
3.5. CAMPYLOBACTER SPP. KONTROLE PUTNOS – ALTERNATĪVIE RISINĀJUMI	39
4. KAUŠANAS OPERĀCIJU IETEKME UZ BROILERCĀĻU LIEMEŅU KONTAMINĀCIJU AR CAMPYLOBACTER SPP.....	43
4.1. BROILERCĀĻU TRANSPORTS UZ KAUTUVI	45
4.2. SPECIFISKIE PASĀKUMI CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBAS MAZINĀŠANAI PIRMS KAUŠANAS.....	47
4.3. KAUTUVES VIDES KONTAMINĀCIJA AR CAMPYLOBACTER SPP. UN KRUSTENISKĀS KONTAMINĀCIJAS IESPĒJAS	51
4.4. CAMPYLOBACTER SPP. PROCESA HIGIĒNAS MIKROBIOĻĢISKO KRITĒRIJU IZPILDE UN KAUŠANAS HIGIĒNAS ATBILSTĪBA HACCP PAMATPRINCIPIEM	58
4.5. DEKONTAMINĀCIJAS METODES PUTNU KAUTUVĒS	60
5. PUTNU GAĻAS SADALE UN IEPAKOŠANA	63
6. CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA MAZUMTIRDZNICĪBĀ.....	64
7. CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA SABIEDRISKĀS ĒDINĀŠANAS SEKTORĀ	67
IETEIKUMI.....	70
CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA BROILERCĀĻU GANĀMPULKOS.....	70
<i>Campylobacter spp. vertikālās pārnēsāšanas veidi broilercāļu ganāmpulkos.....</i>	70
<i>Campylobacter spp. horizontālais pārnēsāšanas veids broilercāļu ganāmpulkos.....</i>	70
SPECIFISKIE PREVENTĪVIE PASĀKUMI PUTNU NOVIETNĒ	74
CAMPYLOBACTER SPP. KONTROLE PUTNOS – ALTERNATĪVIE RISINĀJUMI	77
IETEIKUMI KAUŠANAS OPERĀCIJU UZPILDEI BROILERCĀĻU LIEMEŅU KONTAMINĀCIJAI AR CAMPYLOBACTER SPP.....	78
<i>Specifiskie pasākumi Campylobacter spp. izplatības mazināšanai pirms kaušanas</i>	78
<i>Kautuves vides kontaminācija ar Campylobacter spp. un krusteniskās kontaminācijas iespējas.....</i>	79
<i>Ieteikumi Campylobacter spp. izplatības mazināšanai gaļas sadales un iepakojšanas uzņēmumos.....</i>	81
CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA MAZUMTIRDZNICĪBĀ	82
<i>Campylobacter spp. izplatība sabiedriskās ēdināšanas sektorā</i>	82
<i>Campylobacter spp. izplatības mazināšana patērētāju līmenī</i>	83
PIELIKUMI	84
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	91

IEVADS

Kampilobaktērijas ir aktuālākās pārtikas infekciju ierosinātājas industriālajās valstīs, ikgadēji radot vismaz 2,4 miljardus lielus zaudējumus Eiropas Savienībā, darba nespējas un ārstēšanas izmaksu dēļ, lai gan patiesās izmaksas varētu būt pat aptuveni 7 reizes lielākas. Kampilobaktērijas galvenokārt ir patogēnas cilvēkiem, bet produktīvie dzīvnieki var pārnēsāt tās, klīniski neslimojot. Vairāki pētījumi norāda, ka kaušana, it īpaši broilercāļu, kalpo, kā svarīgs posms kampilobaktēriju nokļūšanai gaļā, kas rada ietekmi uz sabiedrības veselību (EFSA, 2011), (Newell, Mughini-Gras, Kaluphana, & Wagenaar, 2016). Riska novērtēšana pierāda, ka *Campylobacter* spp. kvantitatīvā samazināšana ir visperspektīvākais veids, lai samazinātu cilvēku saslimstību ar kampilobakteriozi (Rosenquist, Nielsen, Sommer, Norrung, & Christensen, 2003).

Dažādi kampilobaktēriju samazināšanas pasākumi ir izmēģināti pēdējos gados, ieskaitot biodrošības uzlabošanu broilercāļu novietnēs, specifisko piedevu pievienošanu dzeramajam ūdenim un barībai. Papildus ir izmēģinātas vairākas modifikācijas putnu gaļas pārstrādē, ieskaitot antimikrobiālo vielu pievienošanu skalošanas ūdenim, liemeņu apstrādi ar karstumu, vai arī gaļas sasaldēšanu, mēģinot panākt *Campylobacter* spp. skaita samazinājumu (Katsma, De Koeijer, Jakobs-Reitsma, Mangen, & Wagenaar, 2007), (Meunier, Guyard-Nicodeme, Dory, & Chemaly, 2016). Visiem iepriekš minētajiem pasākumiem ir arī specifiski trūkumi, kas skar metodes pielietojumu, ietekmi uz gaļas kvalitāti vai arī izmaksu samērīgumu (Katsma, De Koeijer, Jakobs-Reitsma, Mangen, & Wagenaar, 2007). Tāpēc visu notiekošo diskusiju un pētījumu mērķis ir **samazināt *Campylobacter* izplatību putnu gaļā**, tādējādi samazinot inficēšanās risku patērētāju vidū, nemazinot gaļas kvalitāti.

Dzīvu putnu mikrobioloģiskā statusa noteikšana ir svarīgs priekšnosacījums gaļas mikrobiālās drošības nodrošināšanai, kas palīdz nodrošināt efektīvu kampilobaktēriju izplatības samazināšanu broilercāļos (Nauta, Johannessen, Laureano Adame, Williams, & Rosenquist, 2016). Kopumā *Campylobacter* spp. izplatība putnu gaļas ražošanā ir skatāma no putnu audzēšanas līdz putnu gaļas ieguvei (Nauta, u.c., 2009).

Lai panāktu *Campylobacter* spp. skaita samazināšanos liemeņos, ar 2018. gadu stājās spēkā Komisijas Regula (ES) 2017/1495 (2017. gada 23. augusts), ar ko groza Regulu (EK) Nr. 2073/2005 attiecībā uz *Campylobacter* broileru liemeņos, kas **nosaka kvantitatīvu *Campylobacter* spp. noteikšanu broilercāļu liemeņos putnu kautuvēs**. Pieņemtais *Campylobacter* spp. izplatības izvērtējums attiecas uz procesa higiēnu, un mikrobioloģisko kritēriju mērķis ir nodrošināt papildus preventīvos pasākumus broilercāļu audzēšanas ciklā, ja *Campylobacter* spp. kvantitatīvie rādītāji tiek pārsniegti. Paredzams, ka **minētie mikrobioloģiskie kritēriji samazinās *Campylobacter* spp. izplatību pārtikas ķēdē, kā arī saslimstību ar kampilobakteriozi** (Nauta, Johannessen, Laureano Adame, Williams, & Rosenquist, 2016).

Lai sasniegtu nepieciešamo *Campylobacter* spp. izplatības samazinājumu broilercāļu liemeņos kautuvēs, ir nepieciešams **izstrādāt preventīvo pasākumu kompleksu, aptverot gan ražotāju, gan arī mazumtirgotāju intereses**, lai katrs no tirgus dalībniekiem sniegtu savu ieguldījumu problēmas risināšanā. **Šo ieteikumu mērķis ir sniegt aktuālāko informāciju par *Campylobacter* spp. preventīvo pasākumu īstenošanu citās valstīs visā broilercāļu ražošanas un realizācijas ķēdē, kas var kalpot par pamatu ierosinātāja izplatības samazināšanas pasākumu izstrādei.**

Ieteikumu tapšanai tika izmantotas broilercāļu audzētāju un gaļas ražotāju anketēšana, intervijas, novietņu un uzņēmumu vizītes, paraugu noņemšana un laboratoriskā izmeklēšana. Lai sniegtu vispusīgu informāciju par *Campylobacter* spp. izplatības apkarošanas stratēģiju, ieteikumos tika iekļautas jaunākās zinātniskās atziņas, ieskaitot *Campylobacter* spp. skaita samazināšanas kritēriju izpildes izvērtēšanu, kā arī oficiālās kontroles un uzņēmumu pieredze broilercāļu gaļas ieguvē un apstrādē.

Ieteikumi var tikt izmantoti izglītojošos nolūkos, kā arī praktiski pārtikas tirgus dalībniekiem, *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai un ilgtermiņa stratēģijas izstrādei ierosinātāja apkarošanā.

1. *CAMPYLOBACTER* SPP. RAKSTUROJUMS

Vārds *Campylobacter* ir cēlies no Grieķu valodas vārdiem „*kampylos*”, kas nozīmē izliekts, un vārda „*bakterion*”, kas nozīmē maza nūjiņa (nūjiņveida baktērija) (Rahman and Akhtar, 1987). Pirmo reizi kampilobaktērijas aprakstīja Teodors Ešerihs, kurš 1886. gadā tās izolēja no cilvēka fekāliju parauga. 1963. gadā tika izveidota jauna baktēriju dzimta ar nosaukumu Kampilobaktēriju dzimta. Tai tiek pievienoti *Campylobacter fetus*, kas pirmo reizi izolēts no aitu embrijiem 1913. gadā, bet 1947. gadā kādas sievietes asins paraugos pēc spontānā aborta, kā arī *Campylobacter bubulus*, ko atklāja 1953. gadā liellopu spermā un vagīnā. Desmit gadus vēlāk *Campylobacteriaceae* dzimtā iekļāva vēl: *Campylobacter coli* – izolēja no fekāliju paraugiem, kas tika iegūti no ar diareju slimām cūkām; *Campylobacter jejuni* – izolēja no fekāliju paraugiem, kas tika iegūti no liellopiem, asins paraugiem no ar gastroenterītu slima cilvēka un abortētiem aitu embrijiem; *Campylobacter sputorum* subsp. *sputorum* – izolēja no krēpām, kas iegūtas no ar bronhītu slimiem cilvēkiem; *Campylobacter sputorum* subsp. *bubulus* – izolēja no liellopu spermas un vagīnas (On, 2001).

Mūsdienās pasaulē **kampilobaktērijas ir visbiežākais bakteriālā gastroenterīta izraisītājs** cilvēkiem un pārsvarā to novēro cilvēkiem vecuma grupā līdz 6 gadiem un no 22 līdz 50 gadiem. Kampilobaktēriju izraisītu slimību sauc par kampilobakteriozi, un par galvenajiem kampilobakteriozes izraisītājiem uzskata *C. jejuni* subsp. *jejuni* un *C. coli*. Kampilobakteriozi var izraisīt jau aptuveni 500 kampilobaktēriju šūnas (EFSA and ECDC, 2017), (Osiriphun & Erickson, 2011). **Parasti cilvēki inficējas, lietojot uzturā nepietiekami termiski apstrādātu vistas gaļu, pienu, ūdeni vai arī uzņem kampilobaktērijas no mīļdzīvniekiem. Galvenie kampilobakteriozes simptomi ir caureja, bieži ar asiņu piejaukumiem, slikta dūša, vemšana, drudzis, vēdersāpes un galvassāpes.** Kampilobakteriozes gadījumi ir novērojami visu gadu, bet to skaita pieaugums ir vērojams vasaras mēnešos ar vislielāko saslimšanas gadījumu skaitu jūlijā un augustā (EFSA and ECDC, 2017), (Jore, u.c., 2010).

Cilvēkiem ar novājinātu imūnsistēmu novēro ilgāku un smagāku slimības gaitu (Friedman, u.c., 2004). Kampilobakteriozes simptomi parasti parādās divas līdz piecas dienas pēc inficēšanās, bet šis laiks var variēt no vienas līdz desmit dienām. Parasti simptomi ilgst vienu līdz sešas dienas. Nāve kampilobakteriozes gadījumā iestājas reti. Paaugstināta mirstība ir novērojama bērniem, veciem cilvēkiem un cilvēkiem ar stipri novājinātu imunitāti. Dažkārt ir novērojamas komplikācijas, piemēram, bakterēmija, hepatīts, pankreatīts, kā arī aborts. Tādas komplikācijas kā reaktīvais artrīts un Giljēna - Barē sindroms (GBS) ir novērojamas retos gadījumos, un tās var parādīties pēc kampilobakteriozes klīnisko pazīmju izzušanas. Pasaulē aptuveni 15 % līdz 40% no visiem Giljēna – Barē sindroma gadījumiem izraisa kampilobaktērijas (Strachan & Forbes, 2010). Kampilobakteriozi pēc klīniskām pazīmēm nav iespējams diferencēt no citiem akūtiem baktēriju izraisītiem enterītiem, piemēram, no salmonelozes vai šigeliozes. Parasti cilvēku kampilobakteriozes uzliesmojumi ir sporādiski.

Kampilobakteriozes uzliesmojumi ir saistāmi ar kontaminētas pārtikas vai ūdens lietošanu uzturā, dažkārt arī no tieša kontakta ar lauksaimniecības dzīvniekiem vai mājas (istabas) dzīvniekiem, bet retos gadījumos inficēšanās iespējama no savvaļas putniem un zīdītājiem (Wilson, u.c., 2008a). Kampilobakteriozes gadījumi konstatēti arī kautuves darbiniekiem un putnu gaļas pārstrādes uzņēmumu darbiniekiem. Seroloģiskie izmeklējumi apstiprināja, ka darbiniekiem, kas strādā ar putniem un putnu gaļu, būtiski

palielinās risks saslimt ar kampilobakteriozi, it īpaši pirmajās darba nedēļās. Galvenie kampilobakteriozes pārvešanas ceļi ir kontaminēta materiāla norīšana (no kontaminētām rokām, pieskaroties sejai) un ieelpošana (aerosola tipa izplatība). Kampilobakterioze ir atzīta par arodslimību.

Campylobacter-pozitīvie fekāliju paraugi konstatēti visiem putnu novietnes tuvumā dzīvojošiem iedzīvotājiem, kuri nestrādā putnu fabrikā. Savukārt kampilobaktērijas tika izdalītas no 63% putnu kautuvju darbinieku fekālijām. Tas apstiprina, ka kampilobaktērijas izplatās ne tikai tieša kontakta ceļā ar putniem un putnu gaļu, bet arī netieša kontakta rezultātā, kontaminējot apkārtējo vidi.

No pārtikas produktiem visbiežāk cilvēki inficējas, lietojot uzturā mājpūtnu gaļu, it īpaši mājas vistu (*Gallus gallus domesticus*) gaļu, retākos gadījumos no liellopu, cūku vai mazo atgremotāju gaļas. Nepasterizēts piens un citi piena produkti, galvenokārt siers, arī tiek uzskatīti par riska produktiem, bet saslimšanas gadījumu skaits, kas saistāmi ar šo produktu lietošanu uzturā attiecībā pret citiem dzīvnieku izcelsmes pārtikas produktiem, ir salīdzinoši niecīgs. Dažkārt cilvēki inficējas ar kampilobaktērijām, lietojot uzturā augļus un dārzeņus, bet šajā gadījumā produktu kontaminācija ar kampilobaktērijām parasti notiek augļu un dārzeņu apstrādes laikā no ūdens vai iekārtu virsmām (Wilson et al., 2008). Ir pierādīts, ka kampilobaktērijas ir sastopamas arī dzeramajā ūdenī, kas var izraisīt cilvēku kampilobakteriozi, šādi kampilobakteriozes gadījumi ir reģistrēti vairākās pasaules valstīs, parasti gan tas ir saistīts ar virszemes ūdeņu lietošanu uzturā, bet ASV ir reģistrēti gadījumi, kas saistāmi ar pudelēs pildīta ūdens lietošanu (Perez-Boto, u.c., 2010), (Danis, u.c., 2009), (Al-Qadiri, Lu, Al-Alami, & Rasco, 2011), (Hanninen, u.c., 2003).

Kampilobaktērijas ir samērā trausli mikroorganismi, kas tajā pašā laikā tiek izolēti no dažādiem avotiem, piemēram, no upēm un ezeriem, piekrastes ūdeņiem, kā arī augsnes, kas ir mēslota ar organisko mēslojumu. Kā viens no faktoriem, kas palielina kampilobaktēriju izdzīvošanas iespējas ūdenī, ir dažādu mikroorganismu un vienšūņu, tajā skaitā amēbu, piemēram, *Acanthamoeba* spp. klātbūtne ūdenī (Axelsson-Olsson et al., 2010; Thomas et al., 1999). Tā kā kampilobaktērijas nespēj dabā vairoties ārpus saimniekorganisma, tad visi iepriekšminētie kampilobaktēriju avoti parasti tiek kontaminēti ar lauksaimniecības dzīvnieku vai savvaļas dzīvnieku fekālijām, kas satur kampilobaktērijas, jo kā galvenais kampilobaktēriju rezervuārs dabā ir siltasiņu dzīvnieku zarnu trakts (Wilson et al., 2008; Thomas et al 2002).

Laboratoriskā diagnostikā *Campylobacter* spp. noteikšanai pārtikā izmanto ISO 10272-1:2017 un ISO 10272-2:2017 "Horizontālā metode *Campylobacter* spp. izolēšanai un skaita noteikšanai - pārtikas ķēdē". Precīzai kampilobaktēriju sugu noteikšanai izmanto molekulārās metodes un/vai masas spektrometrijas mikrobioloģisko izmeklēšanu.

2. PĒTĪJUMA REZULTĀTI PAR *CAMPYLOBACTER* SPP. IZPLATĪBU BROILERCĀĻU GAĻAS RAŽOŠANAS ĶĒDĒ LATVIJĀ

2.1. *CAMPYLOBACTER* SPP. IZPLATĪBA BROILERCĀĻOS

Pirmie pētījumi par *Campylobacter* spp. izplatību broilercāļos tika veikti periodā **no 2008. līdz 2014. gadam**. Pētījumu ietvaros tika noteikta termofilo kampilobaktēriju sastopamība un izolēto *Campylobacter* spp. antimikrobiālā jutība Latvijā (Kovalenko, Roasto, Liepins, Mihkel, & Hörman, 2011). Kampilobaktērijas tika izolētas no broilercāļu kakla ādu paraugiem, kas tika iegūti divu lielāko broilercāļu gaļas ražošanas uzņēmumu kautuvēs pēc broilercāļu liemeņu dzesēšanas un liemeņu paraugiem no šīm pašām kautuvēm, kas tika ievākti divos lielveikalu tīklos. Aklo zarnu paraugi tika ievākti iepriekšminētajās kautuvēs pēc broilercāļu eviscerācijas.

Kampilobaktēriju sastopamība gaļas un kakla ādas paraugos 2010. gadā bija 60%, bet fekāliju paraugos 2008; 2010. un 2014. gadā vidēji bija 73%. Uzņēmumā "A" audzētajiem broilercāļiem ievērojami biežāk visos paraugu veidos tika konstatētas *Campylobacter* spp. salīdzinājumā ar uzņēmumu "B". Nosakot izolēto kampilobaktēriju, sugas, izmantojot koloniju multiplekss polimerāzes ķēdes reakciju, konstatēts, ka Latvijā ir sastopamas abas, visbiežāk izplatītās, termofilo kampilobaktēriju sugas *Campylobacter jejuni* un *Campylobacter coli*.

Esošās situācijas izpētei tika salīdzināti divu kautuvju *Campylobacter* spp. sastopamības rezultāti **paraugiem**, kuri tika **noņemti no 2018. gada aprīļa līdz septembrim**. Paraugi tika izmeklēti kvalitatīvi, nosakot *Campylobacter* spp. klātbūtni, un *Campylobacter* spp. skaitu saskaņā ar Starptautiskās standartizācijas organizācijas standarta metodēm:

LVS EN ISO 10272-1:2006 Pārtikas un lopbarības mikrobioloģija. *Campylobacter* spp. konstatēšana un skaitīšana ar horizontālo paņēmienu. 1 daļa: Konstatēšana.

LVS EN ISO 10272-2:2006 Pārtikas un dzīvnieku barības mikrobioloģija. *Campylobacter* spp. noteikšana un skaitīšana ar horizontālo paņēmienu. 2. daļa: Koloniju skaita metode.

Analizējot informāciju par broilercāļu kakla ādas paraugu kontamināciju ar *Campylobacter* spp. pēc liemeņu atdzesēšanas, konstatēts, ka *Campylobacter* spp. tika konstatēti divās no divām izmeklētajām broilercāļu kautuvēm.

Campylobacter spp. izplatība broilercāļu kautuvēs 2018. gadā

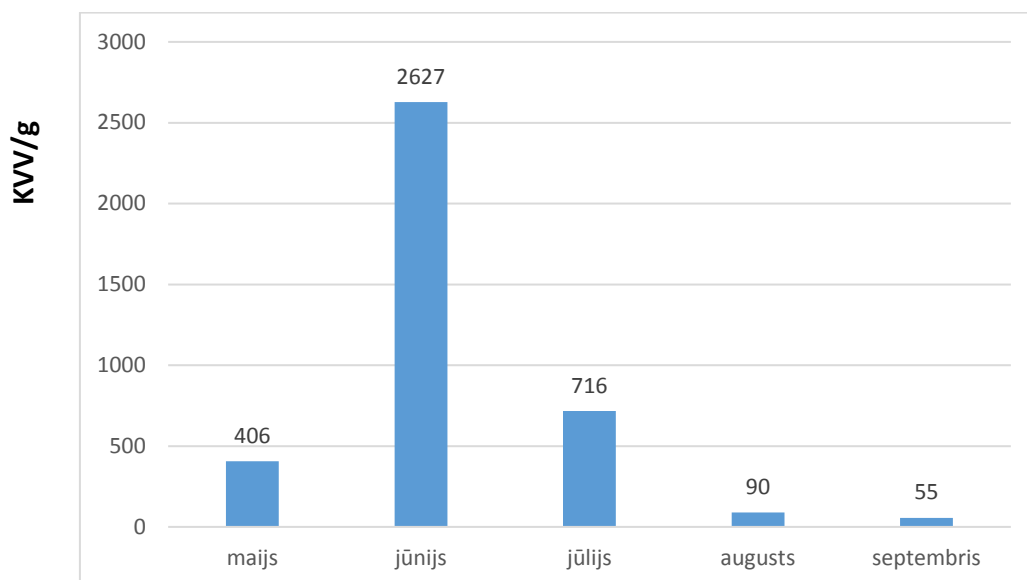
Uzņēmuma N.p.k.	Pozitīvo paraugu skaits/ paraugu skaits (%) ^a	Vidējais <i>Campylobacter</i> spp. skaits pozitīvos paraugos ^b	<i>Campylobacter</i> spp. skaita diapazons	Neatbilstošie paraugi (%) ^c	Identificētās <i>Campylobacter</i> sugas
1.	39/50 (78)	1399	<10 – 9,2×10 ³	19/50 (38)	Identifikācija netika veikta
2.	3/20 (15)	66	<10 - 90	0/20 (0)	<i>C. jejuni</i>

^a – sastopamība virs 10 KVV/g

^b – paraugos virs 10 KVV/g

^c – paraugi ar *Campylobacter* spp. skaitu virs 1000 KVV/g

Uzņēmumā Nr.1. *Campylobacter* spp. sastopamība broilercāļu kaklu ādas paraugos bija būtiski atšķirīga ($p > 0,05$). Vienas paraugu noņemšanas reizes ietvaros *Campylobacter* spp. skaits bija no <10 līdz 1,9×10³ KVV/g, norādot uz pastāvošām atšķirībām broilercāļu *Campylobacter* spp. statusā vienā ganāmpulkā, vai arī krusteniskās kontaminācijas iespējamību starp dažādu broilercāļu grupām kaušanas laikā.



2.1.1. att. *Campylobacter* spp. sastopamība broilercāļu kakla ādas paraugos dažādos mēnešos

Uzņēmumā Nr. 2 *Campylobacter* spp. skaits bija no <10 līdz 90 KVV/g, liecinot, ka ganāmpulkā ir *Campylobacter* spp. avots, un uzņēmumam jārēķinās ar to, ka ierosinātāja izplatība var aktualizēties.

Campylobacter spp. izplatība dažādos gada mēnešos bija būtiski atšķirīga, un uzņēmumā Nr. 1 visaugstākā tā bija jūnijā, savukārt viszemākā maijā. Arī uzņēmumā Nr. 2 *Campylobacter* spp. izplatība augustā bija augstāka par sastopamību septembrī. Citu valstu pētījumos, it īpaši Ziemeļeiropas reģionā, konstatēta izteikta *Campylobacter* spp. izplatības sezonālitate ar izplatības maksimumu vasaras mēnešos. Par pamatu šai kampilobaktēriju sastopamības īpatnībai tiek uzskatīta salīdzinoši augsta apkārtējās vides temperatūra, kad *Campylobacter* spp. var ilgstoši izdzīvot apkārtējā vidē, kā arī ir aktīvi to pārnēsātāji (kukaiņi).

Paraugu noņemšana veikta vairākas reizes, lai objektīvi spriestu par *Campylobacter* spp. izplatību dažādās cāļu grupās, un ir konstatēts, ka uzņēmumā Nr. 1 astoņās no desmit cāļu kaušanas dienām konstatēts vismaz viens paraugs ar *Campylobacter* spp. skaitu vismaz 1000 KVV/g. Uzņēmumā Nr. 2 visās cāļu kaušanas dienās ierosinātāja skaits nepārsniedza 1000 KVV/g.

Pētījuma rezultāti parāda, ka ***Campylobacter* spp. izplatība ir aktuāla problēma Latvijā**, kas var aktualizēties nākamajos gados, kad saskaņā ar Komisijas Regulu (ES) 2017/1495 ar ko Regulu (EK) Nr.2073/2005 groza attiecībā uz *Campylobacter* broilēru liemeņos, pieļaujamais kampilobaktēriju skaits broilercāļu paraugos (*Campylobacter* spp. skaits >1000 KVV/g) tiks samazināts.

Campylobacter spp. izplatību ietekmējošo faktoru analīzei tika izmantota **uzņēmuma pārstāvju anketēšana, kā arī vizītes uzņēmumos**. Uzņēmumos tika pārrunātas kampilobaktēriju izplatības problēmas, kā arī iespējamie risinājumi izplatības mazināšanai. **Anketēšanas dati un vizīšu novērojumi tika iestrādāti dotajos ieteikumos apkopotā veidā.**

2.2. CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA MAZUMTIRDZNICĪBAS NEFASĒTĀS BROILERCĀĻU GAĻAS PARAUGOS UN MAZUMTIRDZNICĪBAS VIETĀS

Lai izvērtētu *Campylobacter* spp. sastopamību mazumtirdzniecības nefasētās broilercāļu gaļas paraugos, tika uzrunāti **lielākie Latvijas mazumtirdzniecības uzņēmumi**, kuri piedalījās pētījumā, piedāvājot broilercāļu gaļas paraugus un ļaujot apsekt tirdzniecības vietas vides paraugu noņemšanai. Pētījumā tika iekļauti **veikali, kuri nodarbojas ar svaigas, nefasētas broilercāļu gaļas tirdzniecību**. Papildus lielveikalos tika nopirkti fasētas cāļu gaļas paraugi, kuri bija iepakoti modificētā atmosfērā vai pārtikas plēvē.

Kopumā noņemti 53 mazumtirdzniecības vietu vides paraugi, ieskaitot produkcijas uzglabāšanas kastes (n=19), griešanas dēļišus (n=6), dakšas un stangas (n=2), aukstumiekārtu virsmas (n=13), svarus (n=11), pārtikas plēvi (n=1), izlietni (n=1).

Nefasētās broilercāļu gaļas paraugi tika atlasīti, vadoties pēc tirdzniecībā pieejamiem broilercāļu gaļas veidiem. Paraugi tika noņemti gaļas veikalos un tirgos (4 veikali Liepājā, Jūrmalā, Ventspilī un Ķekavā) un tirdzniecības tīklu veikalos (Jelgavā, Rīgā, Daugavpilī, Siguldā, Ventspilī, Cēsīs, Saulkrastos, Ādažos), un kopumā tika apsekoti 20

veikali. Noņemtie gaļas paraugi bija cāļu kakli, cāļu šķiņķi, cāļu stilbi, cāļu fileja, cāļu mugura, cāļu aknas, cāļu astes, cāļu muskuļkuņģi, cāļu sirdis, zupas izlase, cāļu spārniņi, kauli ar atgriezumiem. Fasētās gaļas paraugi tika iegādāti dažādos veikalos tīklos Jelgavā, Rīgā un Ādažos, vadoties pēc tirdzniecībā esošā cāļu gaļas sortimenta. Noņemtie cāļu gaļas veidi bija šķiņķi, muguras, aknas, stilbi, spārni, kakli un filejas. Kopumā tika noņemti 121 fasētās un nefasētās cāļu gaļas paraugi.

Analizējot *Campylobacter* spp. sastopamību cāļu gaļā kopumā, konstatēts, ka visi cāļu gaļas veidi bija kontaminēti ar ierosinātāju. *C. jejuni* bija visbiežāk izolētā kampilobaktēriju suga. Kampilobaktēriju sastopamība cāļu gaļas paraugos kopumā bija 55,4% (67/121).

Kampilobaktēriju sastopamība dažādos gaļas veidos bija atšķirīga, un visaugstākā sastopamība atklāta kaklos (75%), zupas izlasē (66%) un kaulos ar atgriezumiem (100%), bet viszemākā astēs (33%), šķiņķos (45%) un stilbos (47%). *Campylobacter* spp. sastopamība ir apskatāma tabulā.

2.2.1. tabula

***Campylobacter* spp. sastopamība cāļu gaļā mazumtirdzniecībā**

Cāļu gaļas veids	<i>Campylobacter</i> spp. pozitīvo paraugu skaits	Kopējais paraugu skaits	Pozitīvo paraugu skaits %	Izolētās <i>Campylobacter</i> spp. sugas
Cāļu kakli	6	8	75,0	<i>C. jejuni</i> (6)
Cāļu šķiņķis	9	22	45,5	<i>C. jejuni</i> (10)
Cāļu stilbi	9	19	47,4	<i>C. jejuni</i> (7), <i>C. coli</i> (2)
Cāļu fileja	6	11	54,5	<i>C. jejuni</i> (5), <i>C. coli</i> (1)
Cāļu mugura	9	16	56,3	<i>C. jejuni</i> (8), <i>C. coli</i> (1)
Cāļu aknas	3	5	60,0	<i>C. jejuni</i> (3)
Cāļu astes	1	3	33,3	<i>C. jejuni</i> (1)
Muskuļkuņģi	3	5	60,0	<i>C. jejuni</i> (3)
Cāļu sirdis	1	2	50,0	<i>C. jejuni</i> (1)
Zupas izlase	2	3	66,7	<i>C. jejuni</i> (1)
Spārniņi	16	26	61,5	<i>C. jejuni</i> (15), <i>C. coli</i> (1)
Kauli ar atgriezumiem	1	1	100,0	<i>C. jejuni</i> (1)
Kopā	67	121	55,4	

Campylobacter spp. sastopamība vērtējama kā augsta, un norāda uz biežu *Campylobacter* spp. kontaminētas cāļu gaļas pieejamību tirdzniecības vietās. Mūsu rezultāti apstiprina, ka kontaminācija ar kampilobaktērijām dažādās broilercāļu liemeņu daļās ir atšķirīga, un visaugstākā sastopamība konstatēta kaklos un spārnos, jo šīs daļas atrodas zemāk liemeņu pārstrādes laikā kautuvēs darba specifikas dēļ. Atgriezumī un zupu izlase sastāv no gaļas no dažādiem liemeņu apvidiem, ieskaitot arī kontaminētākos,

ar ko var izskaidrot augstu kampilobaktēriju sastopamību. Subprodukti (aknas) salīdzinoši bieži tika kontaminēti ar ierosinātāju arī citos pētījumos, kas ir saistīts ar to kontamināciju tieša kontakta ceļā no zarnu trakta.

Campylobacter spp. skaits izmeklētajos cāļu gaļas paraugos bija no <10 KVV/g, kas konstatēts gandrīz visos paraugu veidos, savukārt visaugstākais ierosinātāja skaits konstatēts cāļu spārniņos ($2,1 \times 10^3$ KVV/g). Viszemākais vidējais *Campylobacter* spp. skaits (<10 KVV/g) konstatēts muskuļkuņģos, sirdīs, kaulos ar atgriezumiem un zupas izlasē. Visaugstākais vidējais *Campylobacter* spp. skaits identificēts cāļu kaklos (392 KVV/g), cāļu mugurās (371 KVV/g) un cāļu filejās (355 KVV/g).

2.2.2. tabula

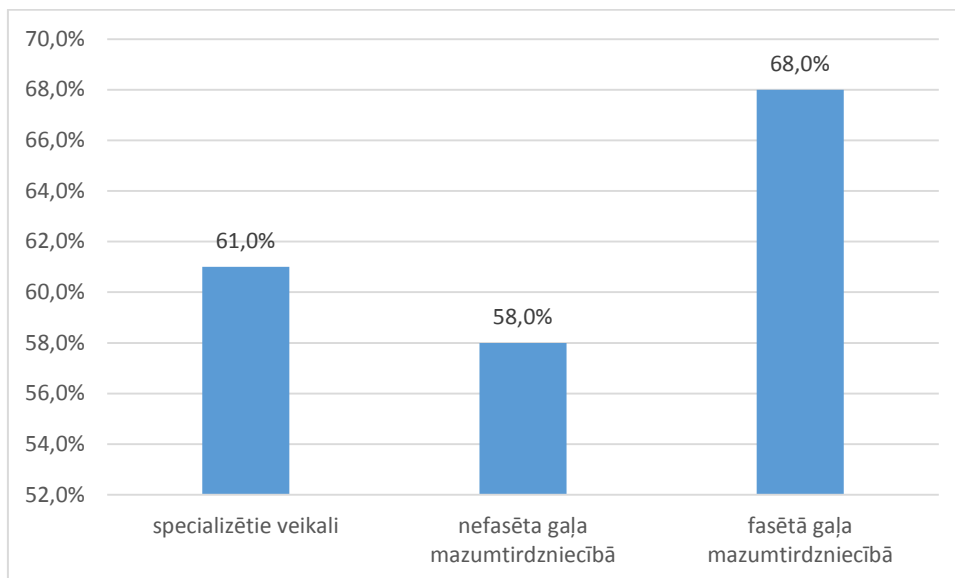
***Campylobacter* spp. skaits cāļu gaļas paraugos mazumtirdzniecībā**

Cāļu gaļas veids	<i>Campylobacter</i> spp. KVV/g pozitīvajos paraugos	Minimālais konstatētais <i>Campylobacter</i> spp. skaits	Maksimālais konstatētais <i>Campylobacter</i> spp. skaits
Cāļu kakli	392	<10	$1,2 \times 10^3$
Cāļu šķiņķis	85	<10	$5,2 \times 10^2$
Cāļu stilbi	102	<10	$1,5 \times 10^2$
Cāļu fileja	355	<10	$1,1 \times 10^3$
Cāļu mugura	371	<10	$1,2 \times 10^3$
Cāļu aknas	106	20	$2,7 \times 10^2$
Cāļu astes	270	<10	$2,7 \times 10^2$
Muskuļkuņģi	<10	<10	<10
Cāļu sirdis	<10	<10	<10
Zupas izlase	<10	<10	<10
Spārniņi	219	<10	$2,1 \times 10^3$
Kauli ar atgriezumiem	<10	<10	<10

Salīdzinot *Campylobacter* spp. sastopamību ar ierosinātāja skaitu dažādos cāļu gaļas veidos, redzams, ka vislielākais vidējais kampilobaktēriju skaits tika konstatēts kaklos, filejās un mugurās, atsevišķos paraugos ierosinātāja skaits pārsniedza pat 10^3 , kas ir infekciozā deva, kas var izsaukt saslimšanu. Īpaši kritiski jāvērtē cāļu filejas kontaminācija, jo cāļu filejas papildus tiek apstrādātas patērētāju virtuvēs pirms termiskās apstrādes, veicinot krustenisko kontamināciju. Visaugstākais ierosinātāja skaits konstatēts liemeņa daļās, kuras īpaši pakļautas kontaminācijai kautuvēs, ja tiek kauti *Campylobacter* spp.- pozitīvi broilercāļi.

Salīdzinot cāļu gaļas kontamināciju ar *Campylobacter* spp. dažādās mazumtirdzniecības vietās (specializētie gaļas veikali un lielveikali), kā arī gaļas iepakojuma veidus (fasētā un nefasētā), konstatējām, ka ar kampilobaktērijiem

kontaminēti paraugi bija specializētajos gaļas veikalos un mazumtirdzniecības vietās, ieskaitot fasēto un nefasēto putnu gaļu. Kopumā gaļas kontaminācija ar kampilobaktērijām bija līdzīga gan specializētajos gaļas veikalos (61%), gan mazumtirdzniecības vietās (63%), bet fasētās gaļas kontaminācija (68%) bija augstāka nekā nefasētās gaļas kontaminācija (58%).



2.2.1. att. *Campylobacter* spp. pozitīvo paraugu skaits % specializētajos gaļas veikalos un mazumtirdzniecības vietās

Analizējot *Campylobacter* spp. skaitu paraugos, konstatēts, ka katras liemeņa daļas piesārņojums bija atšķirīgs. Jāatzīmē, ka specializētajos gaļas veikalos un mazumtirdzniecības vietās bija pieejami dažādi gaļas produktu veidi, kas nebija salīdzināmi (piem., cāļu filejas lielveikalos un astes specializētajos veikalos). Tas apgrūtināja pētījuma rezultātu interpretāciju attiecībā uz visām produktu grupām.

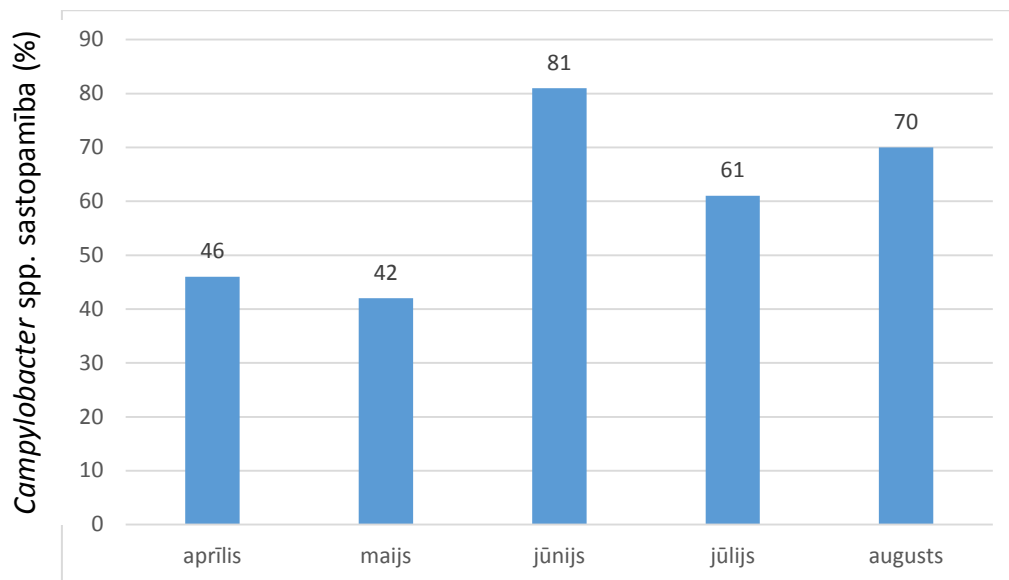
Broilercāļu gaļas produkcijas paraugos no gaļas veikaliem *Campylobacter* spp. skaits bija no <10 līdz 366 KVV/g, un visaugstākais kampilobaktēriju šūnu skaits salīdzinot fasēto un nefasēto gaļu mazumtirdzniecības uzņēmumos konstatēts cāļu filejā (366 KVV/g). Mazumtirdzniecībā nefasētās gaļas kontaminācija ar ierosinātāju bija no 0 līdz 820 KVV/g, un visaugstākais kampilobaktēriju skaits konstatēts trijos svaigās gaļas veidos – cāļu kaklos (820 KVV/g), cāļu mugurās (548 KVV/g), cāļu spārnos (591 KVV/g). Fasētās gaļas kontaminācija ar *Campylobacter* spp. bija no 0 līdz 403 KVV/g, un visaugstākais kampilobaktēriju skaits konstatēts divos svaigās gaļas veidos – cāļu šķiņķos (226 KVV/g) un cāļu aknās (270 KVV/g).

***Campylobacter* spp. vidējais skaits fasētā un nefasētā cāļu gaļā
mazumtirdzniecībā**

Cāļu gaļas veids	<i>Campylobacter</i> spp. KVV/g gaļas veikalos	<i>Campylobacter</i> spp. KVV/g nefasētā gaļā	<i>Campylobacter</i> spp. KVV/g fasētā gaļā
Cāļu kakli	236	820	403
Cāļu šķiņķis	10	10	226
Cāļu stilbi	10	56	40
Cāļu fileja	366	170	10
Cāļu mugura	30	548	<10
Cāļu aknas	18	0	270
Cāļu astes	90	n/p	n/p
Muskuļkuņģi	<10	n/p	0
Cāļu sirdis	<10	n/p	n/p
Zupas izlase	<10	n/p	n/p
Spārniņi	20	591	12
Kauli ar atgriezumiem	<10	n/p	n/p

Pētījuma rezultāti parāda, ka, neskatoties uz to, ka nefasētās gaļas kontaminācija ar *Campylobacter* spp. kopumā bija zemāka nekā fasētās gaļas kontaminācija, kampilobaktēriju skaits nefasētās gaļas paraugos bija būtiski augstāks nekā fasētā gaļā, un trijos gaļas veidos (fileja, mugura, spārniņi) visaugstākais. Sakarā ar to, ka produkts tiek gatavots realizācijai uz vietas veikalā, kā arī tiek svērts pēc pircēju pieprasījuma, tā augstā kontaminācija rada krusteniskās kontaminācijas draudus, kad kampilobaktērijas var nokļūt aukstumvitrīnās, uz gaļas un citiem produktu veidiem, kā arī krusteniskā kontaminācija var notikt patērētāju mājāsaimniecību līmenī.

Campylobacter spp. sastopamība cāļu gaļas paraugos bija atšķirīga dažādos mēnešos. Visaugstākā kampilobaktēriju sastopamība konstatēta jūnijā (81%), savukārt viszemākā tā bija maijā (42%).



2.2.2. att. *Campylobacter* spp. sastopamība broilercāļu gaļā dažādos mēnešos

Mūsu rezultāti apstiprina, ka kampilobaktēriju sastopamība ir atšķirīga dažādos gada mēnešos, un vasaras mēnešos tā bija augstāka nekā pavasara mēnešos. *Campylobacter* spp. izplatības maksimums vasaras mēnešos īpaši raksturīgs Ziemeļeiropā un, kā redzams, tas novērots arī Latvijā. Par iemeslu tam ir augstākā apkārtējās vides temperatūra šajos mēnešos un arī izteiktākā pārnēsātāju aktivitāte (kukaiņi).

2.3. *CAMPYLOBACTER* SPP. IZPLATĪBA MAZUMTIRDZNICĪBAS UZŅĒMUMU VIDĒ

Vienlaicīgi ar nefasētās gaļas paraugu noņemšanu, tika izmeklēti arī virsmas vai darba rīki, kuri tiek izmantoti cāļa gaļas tirdzniecībā. *Campylobacter* spp. kontaminācija tika konstatēta produkcijas uzglabāšanas kastēs (16%), bet netika konstatēta uz citām darba virsmām vai darba instrumentiem.

***Campylobacter* spp. izplatība uz mazumtirdzniecības vietu aprīkojuma**

Parauga veids	Pozitīvo paraugu skaits/ paraugu skaits (%)	<i>Campylobacter</i> spp. izplatības diapazons (KVV/g)
Produkcijas uzglabāšanas kastes	3/19 (16%)	<10 – 2,9x10 ²
Griešanas dēļišus	0/6 (0%)	0
Dakšas un stangas	0/ 2 (0%)	0
Aukstumiekārtu virsmas	0/13 (0%)	0
Svari	0/11 (0%)	0
Pārtikas plēve	0/1 (0%)	0
Izlietne	0/1 (0%)	0

Pētījuma rezultāti parāda to, ka visaugstākā kontaminācija tika konstatēta paraugos, kuri bija tiešā saskarē ar cāļu gaļu. *Campylobacter* spp. var izplatīties pārtikas uzņēmumu vidē ar kontaminētas cāļu gaļas starpniecību. Visaugstākais *Campylobacter* spp. skaits konstatēts uz produkcijas kastes ar cāļu mugurām, kur bija sakrājušies gaļas sula. Tik augsts *Campylobacter* spp. skaits parāda, ka ar vienu pilienu ir pietiekoši, lai radītu kampilobaktēriju kontamināciju, tāpēc ar ierosinātāju kontaminēta gaļa rada plašu krusteniskās kontaminācijas iespējamību. Tas, ka *Campylobacter* spp. netika izolēts no citiem darba virsmu un instrumentu paraugiem, liecina par atbilstošu mazgāšanas un dezinfekcijas programmas īstenošanu mazumtirdzniecības vietās. Līdz ar to atbilstoša mazgāšanas un dezinfekcijas pasākumu ievērošana ir nozīmīga krusteniskās kontaminācijas mazināšanai.

Pētījuma rezultāti parāda, ka *Campylobacter* spp. izplatība ir **aktuāla problēma cāļu gaļas ražošanas un realizācijas ķēdē Latvijā**, tāpēc jārealizē pasākumi, lai samazinātu krustenisko kontamināciju un pasargātu patērētājus no kampilobakteriozes. Pētījuma rezultāti un novērojumi tika izmantoti zinātniski pamatotu ieteikumu sastādīšanai problēmas mazināšanai Latvijā.

3. *CAMPYLOBACTER* SPP. IZPLATĪBA BROILERCĀĻU GANĀMPULKOS

3.1. BROILERCĀĻI KĀ *CAMPYLOBACTER* SPP. PĀRNĒSĀTĀJI

Broilercāļi, salīdzinājumā ar citiem lauksaimniecības dzīvniekiem, visbiežāk identificēti kā *Campylobacter* pārnēsātāji. Ir aprēķināts, ka cilvēku kampilobakteriozes gadījumi, kas attiecināmi uz broilercāļu gaļas apstrādi, pagatavošanu un lietošanu uzturā, sastāda 20-30% no kopējā saslimšanas gadījumu skaita. Bet kopumā mājas vistas kā rezervuārs kalpo 50-80% saslimšanas gadījumu (EFSA, 2011).

Vislielākais piensums sabiedrības veselībai *Campylobacter* spp. izplatības ierobežošanā būtu ierosinātāja kontrole broilercāļu novietnēs. Tā tiek uzskatīta par efektīvāku stratēģiju nekā ierosinātāja izplatības mazināšana tālākos broilercāļu gaļas pārstrādes posmos, jo kampilobaktērijas var piesārņot vidi un izraisīt inficēšanos arī citā veidā, ne tikai ar putnu gaļas lietošanu uzturā.

Broilercāļu ganāmpulkos *Campylobacter* spp. izplatību ir iespējams kontrolēt, samazinot inficēto broilercāļu novietņu skaitu, kā arī samazinot kampilobaktēriju šūnu skaitu broilercāļu zarnu saturā kaušanas brīdī. Ar *Campylobacter* spp. inficēto novietņu skaitu samazinājumu īsteno, novēršot broilercāļu inficēšanās iespējas, balstoties uz iepriekš veiktajiem riska faktoru pētījumiem (biodrošība). *Campylobacter* spp. šūnu skaita samazinājumam broilercāļu zarnās izmanto dažādus bioloģiski aktīvos un farmakoloģiskos preparātus (ēteriskās eļļas, organiskās skābes, vakcīnas, bakteriocīni, fāgi), taču ierobežotas zināšanas par *Campylobacter* epidemioloģiju un efektivitātes pierādījumu trūkums farmakoloģisko preparātu lietošanai ganāmpulkos *in vivo*, būtiski sarežģī *Campylobacter* kontroles stratēģijas izstrādi.

Par efektīvākās *Campylobacter* kontroles stratēģijas mērķi izvirza nevis pilnīgu *Campylobacter* spp. iznīcināšanu novietnēs, bet maksimālo ierosinātāja šūnu kvantitatīvo samazināšanu broilercāļu zarnu traktā. Zemāka ierosinātāja koncentrācija ļautu samazināt *Campylobacter* spp. izplatību kautuvēs, arī broilercāļu gaļas kontamināciju. Izrēķināts, ka $2 \log_{10}$ KVV/g *Campylobacter* spp. skaita samazinājums putnu fekālijās ļautu ierobežot 30-kārtīgi patērētāju saslimstību ar kampilobakteriozi (Rosenquist, Nielsen, Sommer, Norrung, & Christensen, 2003), (EFSA, 2011).

Broilercāļu kolonizācija ar *Campylobacter* spp.

C. jejuni inficē broilercāļus kā komensāls (slimību neizraisošs) mikroorganisms, kura primārā lokalizācijas vieta organismā ir zarnu trakts. Dzīvam putnam visaugstākā ierosinātāja koncentrācija novērota akļajā zarnā - 10^6 līdz 10^8 KVV/g, sasniedzot pat 10^{11} KVV/g broilercāļu zarnās (Beery, Hugdahl, & Doyle, 1988), (Meade, u.c., 2009), (Vinueza-Burgos, Cevallos, Cisneros, Van Damme, & De Zutter, 2018). Augstā koncentrācijā *Campylobacter* konstatēts arī loka zarnā ($7,2 \pm 0,4 \log_{10}$ KVV/g) un guzā ($4,7 \pm 0,3 \log_{10}$ KVV/g), kā arī citās gremošanas kanāla daļās (Berrang, Buhr, Cason, & a, 2000).

Broilercāļi var inficēties ar ierosinātāju no kontaminētas apkārtējās vides un tajā esošajiem objektiem – ūdens, barības, pakaišiem, citu dzīvnieku un putnu fekālijām; kontakta ceļā ar citiem pārnēsātājiem. Broilercāļa organisma kolonizācijai var pietikt ar 35 *Campylobacter* spp. šūnām (Stern, Bailey, Blankenship, Cox, & McHan, 1988).

Pēc nokļūšanas broilercāļos *Campylobacter* spp. sasniedz aklās zarnas un vairojas, kolonizējot tās 24 h laikā pēc ierosinātāja uzņemšanas (Coward, u.c., 2008). *Campylobacter* šūnu skaits orgānos un audos infekcijas procesa attīstībā ir dažāds: ierosinātāja šūnu skaits 6 h pēc inficēšanās ir līdzīgs barības vadā un tievajās zarnās. Augsta ierosinātāja koncentrācija aklajās zarnās tiek sasniegta pakāpeniski, veidojot pat $8,5 \times 10^{11}$ KVV/g 48 h pēc inficēšanās. Novērotas arī sistēmiskās inficēšanās pazīmes ar aknu un liesu kolonizāciju, ko novēroja 20 h pēc kontakta ar ierosinātāju. Visizteiktāko kolonizāciju ar *Campylobacter* spp. ārpus zarnu trakta konstatēja aknās (5×10^6 KVV/g) (Meade, u.c., 2009).

Lai gan eksperimentāli ir iespējams inficēt jau dienu vecus cāļus, broilercāļu novietnēs infekciju ir iespējams konstatēt putniem sasniedzot tikai 2-4 nedēļu vecumu. Līdz 2 nedēļu veciem cāļiem *Campylobacter* spp. laboratoriskā diagnostika ir neefektīva, jo tikko izšķīlušos cāļu aizsardzību pret ierosinātāju nodrošina no mātes iegūtās antivielas. Tās neļauj izpausties infekcijai cāļu organismā, kas savukārt ietekmē paraugu izmeklēšanas rezultātus (Conlan, C, Grant, Maskell, & JR, 2007) (Jakobs-Reitsma, van de Giessen, Bolder, & Mulder, 1995), (van Gerwe, u.c., 2009), (Sahin, Luo, Huang, & Zhang, 2003). Cāļos, tiem sasniedzot 2 nedēļu vecumu, mazinās mātes antivielu līmenis, atvieglojot to inficēšanos ar *Campylobacter* spp. Ja tiek apstiprināta ierosinātāja klātbūtne cāļos, visi novietnē dzīvojošie putni kļūst par *Campylobacter* spp. pārnēsātājiem dažu dienu laikā, un paliek inficēti līdz kaušanai (Stern, Cox, Musgrove, & Park, 2001), (Stern N. J., 2008). **Pierādīts, ka vienā novietnē (20 000 putnu) esošajos broilercāļos 95% *Campylobacter* spp. izplatība tiks sasniegta 4,4 līdz 7,2 dienās pēc pirmā putna inficēšanās** (van Gerwe, u.c., 2009).

Campylobacter spp. nokļūšana broilercāļu novietnēs

Campylobacter spp. var dzīvot un vairoties dažādu infekcijas pārnēsātāju organismā, kā arī apkārtējā vidē, līdz ar to cāļu novietni vienlaikus apdraud vairāki infekcijas avoti un tās izplatīšanās veidi. Infekcijas avotu atklāšana saimniecībā ir ļoti apgrūtināta. Tāpēc tādu riska faktoru identificēšana, kas var veicināt vai kavēt broilercāļu ganāmpulku kolonizēšanu ar *Campylobacter* spp., pamatā tiek balstīta uz riska faktoru analīzes pētījumiem. Riska faktoru analīze var tikt papildināta ar longitudināliem pētījumiem cāļu augšanas ciklā, iekļaujot vides (ūdens, cāļu novietnes u.c.) paraugu izmeklēšanu, lai atklātu potenciālos kontaminācijas avotus apkārtējā vidē.

Uzskatīts, ka par cēloni broilercāļu novietņu inficēšanai ar *Campylobacter* spp. kalpo vairāku riska faktoru kombinācija. Daži no riska faktoriem veicina infekcijas nokļūšanu broilercāļu novietnēs neatkarīgi no pētījuma veikšanas vietas un valsts (gadalaiks, cāļu vecums, biodrošība, dažādu vecumu un sugu dzīvnieki, novietnes retināšana). Citu faktoru iedarbība, kā dzeramā ūdens kvalitāte, izpratne par biodrošību un kaitēkļu klātbūtne, ir galvenokārt attiecināma uz specifiskām novietņu menedžmenta iezīmēm, ko var ietekmēt arī novietņu ģeogrāfiskais novietojums. Šo faktoru iedarbība uz ganāmpulka epidemioloģiskajiem rādītājiem, tai skaitā inficēšanās ar *Campylobacter* spp., var mainīties atkarībā no saimniekošanas prakses (EFSA, 2011).

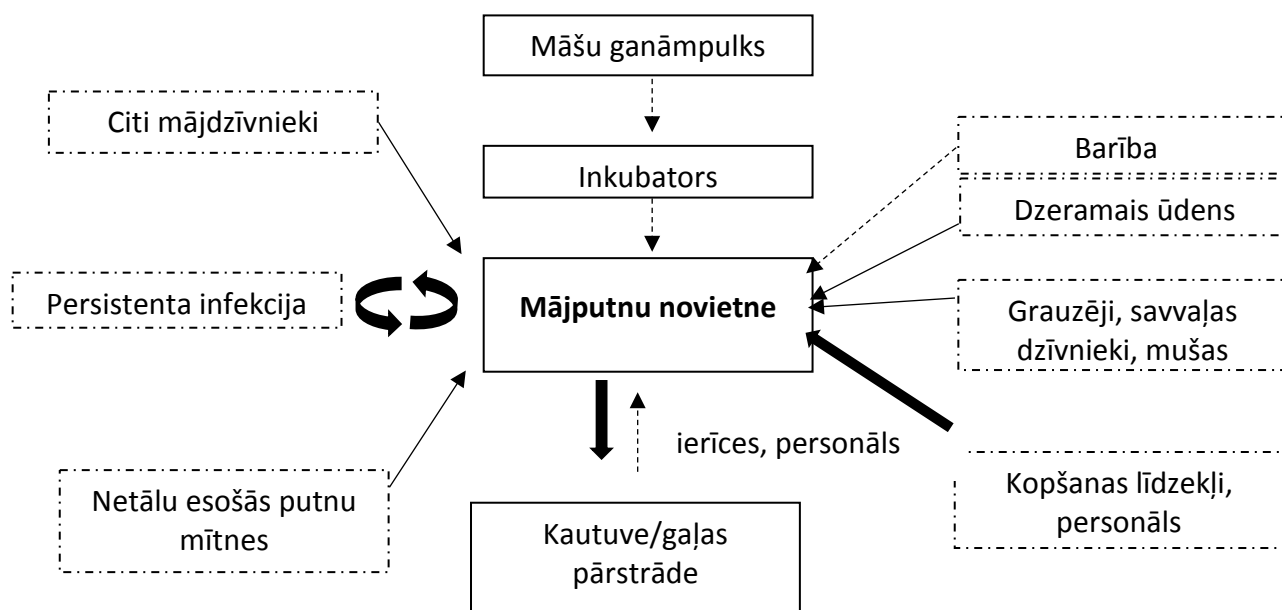
Riska faktorus, kuri ietekmē *Campylobacter* spp. izplatību broilercāļu novietnēs, iedala vertikālajos un horizontālajos.

Pie vertikālajiem faktoriem pieskaita iespējamo infekcijas nodošanu pēcnācējiem – broilercāļiem ar kontaminētām olām no māšu novietnēm.

Pie horizontālajiem faktoriem, kurus visbiežāk saista ar broilercāļu novietņu inficēšanos ar *Campylobacter* spp., pieskaita ar ierosinātāju kontaminētā gaisa cirkulāciju putnu mītnē (Berndtson, Danielsson-Tham, & Engvall, 1996), kontaminētā ūdens izmantošanu novietnes dzirdināšanai (Pearson A. , u.c., 1993), (Zimmer, Barnhart, Idris, & Lee, 2003), (Kapperud, u.c., 1993), kukaiņu klātbūtni (Berndtson, Danielsson-Tham, & Engvall, 1996) (Refregier-Petton, Rose, Denis, & Salvat, 2001), citu sugu dzīvnieku klātbūtni (van de Giessen, Tilburg, Ritmeester, & van der Plas, 1998), (Bouwknegt, u.c., 2004), (Cardinale, Tall, Gueye, Cisse, & Salvat, 2004), kontaktus ar savvaļas dzīvniekiem (Chuma, Hashimoto, & Okamoto, 2000), (Craven, Stern, Line, Bailey, & Cox, 2000), biodrošības pasākumu neievērošanu ((Humphrey, Henley, & Lanning, 1993), (van de Giessen, Tilburg, Ritmeester, & van der Plas, 1998), (Herman, u.c., 2003), dzīvnieku vecumu (Bouwknegt, u.c., 2004), ganāmpulka lielumu (Berndtson, Emanuelson, Enqvall, & Danielsson-Tham, 1996), izvietoto cāļi grupu sajaukšanu starp novietnēm (Wedderkopp, Nielsen, & Pedersen, 2003), ganāmpulka retināšanu (Slader, u.c., 2002).

Katra riska faktora ietekme uz novietnes kolonizācijas rādītājiem ar *Campylobacter* spp. ir dažāda. **Par galvenajiem faktoriem *Campylobacter* spp. infekcijas izraisīšanai broilercāļu novietnēs pieskaita biodrošības pasākumu neievērošanu un ierosinātāja izdzīvošanu apkārtējā vidē.** Citu faktoru loma ir diskutabla, jo *Campylobacter* spp. reti izdalīts no ūdens vai citiem dzīvniekiem putnu novietnēs, līdz ar to šos faktorus uzskata par potenciāli ietekmējošiem faktoriem (2.2.1. att.). Savukārt ir arī faktori, kuri tiešā veidā neizraisa novietnes inficēšanos, to ietekme ir minimāla vai arī nav izpētīta (vertikālā pārnēsāšana).

Horizontālais *Campylobacter* spp. pārnēsāšanas veids ir biežākais iemesls kampilobaktēriju nokļūšanai broilercāļu novietnēs. Kontaminācijas avoti ir vairāki un dažādi. *Campylobacter* spp. raksturīgās augšanas īpašības nosaka, ka normāli ierosinātājs vairojas tikai siltasiņu dzīvnieku organismā, visbiežāk zarnu traktā. Tāpēc apkārtējā vide, ieskaitot ūdeni, augsni un ganības, bieži kontaminēta ar kampilobaktērijām, kuras izdala par potenciāliem pārnēsātājiem uzskatīti zīdītājdzīvnieki, savvaļas putni un mājputni. Broilercāļu novietnes, kuras ir paredzētas broilercāļu audzēšanai intensīvos apstākļos, ir uzskatāmas par nosacīti slēgtu vidi, taču plaša kampilobaktēriju izplatība apkārtējā vidē tiešā broilercāļu novietnes tuvumā, rada putnu inficēšanās iespējas (Newell, u.c., 2011).



- Galvenais kampilobaktēriju transmisijas ceļš
- iespējamais kampilobaktēriju transmisijas ceļš
- - - - -> Kampilobaktēriju transmisijas ceļš, kas līdz šim nav pierādīts

3.1.1. att. *Campylobacter* spp. pārnēsāšanas veids broilercāļu ganāmpulkos

3.2. *CAMPYLOBACTER* SPP. VERTIKĀLAIS PĀRNĒSĀŠANAS VEIDS BROILERCĀĻU NOVIETNĒS

Ar *Campylobacter* spp. **vertikālo pārnēsāšanu** izprot iespējamo infekcijas nodošanu pēcnācējiem ar kontaminēto olu saturu, un pie tās pieskaita:

- ✓ olu iekšējā satura kontaminācija ar *Campylobacter* spp. čaumalas veidošanās procesā;
- ✓ olu čaumalu kontaminācija ar izkārnījumiem māšu ganāmpulkos (pseidovertikālā pārnēsāšana) (Newell & Fearnley, 2003) (Newell, u.c., 2011);

Vertikālo *Campylobacter* spp. pārnēsāšanu reti novēro, ja pilnībā tiek ievērotas biodrošības prasības. Tomēr var būt par iemeslu cāļu novietnes kolonizācijai ar *Campylobacter* spp., tāpēc netiek izslēgta pilnībā (Pearson, u.c., 1996).

Campylobacter spp. vertikālās pārnēsāšanas veidi broilercāļu novietnēs

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Māšu ganāmpulku infekcija ar <i>C. jejuni</i> , ierosinātājs izolēts no dažādiem reproduktīvā trakta segmentiem, ieskaitot olvadu;	Tikai 1% inficētās novietnes olās konstatēja <i>Campylobacter</i> klātbūtni. Pēcnācēji no pozitīvā māšu ganāmpulka var palikt negatīvi, jo infekcijas attīstība tiek kavēta imūnsistēmas faktoru darbības dēļ.	(Pearson, u.c., 1993), (Buhr, Cox, Musgrove, Wilson, & Hiett, 2002), (Cox, u.c., 2001), (Doyle, 1984)
Gaiļa spermas kontaminācija ar <i>C. jejuni</i> ;		
Olas iekšējo struktūru infekcija	Nenovēro novietnēs ar augstiem biodrošības standartiem.	
<i>C. jejuni</i> var nokļūt ar izkārnījumiem kontaminētā olā caur čaumalu;	Ekspērimētāli 4% olu bija kontaminētas čaumalas kontaminācijas rezultātā. Olu infekcija ar <i>C. jejuni</i> ir nāvējoša embrijiem, un dzīvotspējīgie cāļi izšķīlušies tikai no 10% inficēto olu.	(Doyle, 1984), (Clark & Bueschgens, 1985), (Allen & Griffiths, 2001), (King, Bavetsia, & Bumstead, 1993)
Izšķīlušies cāļi var inficēties kontakta ceļā no čaumalas		
Inkubatora kontaminācija ar <i>Campylobacter</i> spp.	Ierosinātājs izolēts no inkubatora cāļu kastēm. Ierosinātāju var atrast inkubatora putekļos.	(Byrd, Bailey, Wills, & Nisbet, 2007)

3.3. **CAMPYLOBACTER SPP. HORIZONTĀLAIS PĀRNĒSĀŠANAS VEIDS BROILERCĀĻU NOVIETNĒS**

Barība un pakaiši kā novietnes infekcijas avots ar *Campylobacter* spp.

Broilercāļu barības sastāvdaļas nesatur ierosinātāju. Lopbarības kontaminācija ar *Campylobacter* spp. var notikt tās piegādes, izkraušanas, uzglabāšanas un izbarošanas laikā, jo ierosinātājs ir plaši sastopams apkārtējā vidē. Arī lopbarības transportlīdzeklis var piegādāt lopbarību vairākām novietnēm (kā vienas transportēšanas vai lopbarības ražošanas kompānijas transportlīdzeklis), vai arī to kustība tiek organizēta, lai vienlaikus apkalpotu vairākas putnu novietnes.

Lopbarība, kas izbērtā novietnes tuvumā, vai arī nokļūst zemē pārpildīta lopbarības torņa dēļ, piesaista grauzējus un savvaļas putnus, kuri var būt kampilobaktēriju pārnēsātāji.

Pakaišus neuzskata par *Campylobacter* spp. avotu, jo tie nesatur pietiekošu ūdens daudzumu ierosinātāja augšanai. Ierosinātājs netika izolēts no svaigiem

pakaišiem, un pakaišu veidam nebija ietekmes uz novietnes inficēšanos ar ierosinātāju (Jakobs-Reitsma, van de Giessen, Bolder, & Mulder, 1995).

3.3.1. tabula

Barību un pakaišu loma *Campylobacter* spp. nokļūšanai broilercāļu novietnē

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Lopbarība un pakaiši netiek uzskatīti par infekcijas avotu	Zems mitruma saturs ir nāvējošs <i>C. jejuni</i> . <i>Campylobacter</i> D-vērtība ir 2,53 log ₁₀ dienā.	(Mills & Phillips, 2003), (Jakobs-Reitsma, van de Giessen, Bolder, & Mulder, 1995), (Hutchison, Walters, Avery, Munro, & Mooro, 2005)
Lopbarības un pakaišu kontaminācija transportējot un uzglabājot	Apkārtējā vide, kukaiņi, savvaļas putni un dzīvnieki, kaitēkļi. Zems mitruma saturs ierobežo ierosinātāja augšanu.	(Newell, u.c., 2011)
Paaugstināts mitruma saturs pakaišos	Palielināts novietnes infekcijas risks (2-kārtīgi).	(Berndtson, Emanuelson, Enqvall, & Dainelsson-Tham, 1996)
Izlietoto pakaišu uzglabāšana	Uzglabāšana tuvāk par 200 m paaugstina novietnes kolonizācijas risku 5-kārtīgi, kas rodas notekūdeņu noplūdes rezultātā.	(Arsenault, Letellier, Quessy, & Boulianne, 2007)
Atkārtotā pakaišu izmantošana	Netiek praktizēts Eiropā. Diskutabls jautājums. Tītariem palīdz nodrošināt mikrofloras daudzveidību, tādejādi arī nosacītu aizsargefektu pret kampilobaktērijām.	(Kiess, Kenney, & Nayak, 2007)

Gaisa pieplūde un aerosolu veidošanās putnu mītnē

Campylobacter spp. iepriekš tika izolētas no gaisa (Berndtson, Danielsson-Tham, & Engvall, 1996), (Kazwala, Collins, Hannan, Crinion, & O'Mahony, 1990). *C. jejuni* nevar ilgstoši izdzīvot dehidrētā aerosolā, taču, mainoties relatīvajam mitrumam un gaisam kļūstot mitram, *C. jejuni* var izdzīvot un saglabāt spēju inficēt, kā arī tikt izplatīts ievērojamā attālumā (Newell, u.c., 2001).

Broilercāļu augšanas procesā novietnēs veidojas liels putekļu daudzums, kurās ietilpst izkalduši mēsli, spalvas un ādas šūnas, ar kuru starpniecību *Campylobacter* spp. nokļūst gaisā (Ritz, Mitchell, Fairchild, Czarick, & Worley, 2006) (Vandeplas, Dubois-Dauphin, Beckers, Thonart, & Thewis, 2010). Aerosola veidā *Campylobacter* spp. strauji izplatās broilercāļu novietnē, bet gaiss ar ierosinātāju kļūst kontaminēts tikai pēc novietnes inficēšanās.

Ar *Campylobacter* spp. kontaminētā gaisa ietekme uz broilercāļu inficēšanos ar ierosinātāju

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Kontaminēts gaiss pie mītnes un mītnē	Gaisa kontaminācija konstatēta pēc novietnes inficēšanās. Pirmās inficētās cāļu novietnēs atradās vistuvāk kritušo cāļu sadedzināšanas iekārtām.	(Mills & Phillips, 2003), (Jacobs-Reitsma, van de Giessen, Bolder, & Mulder, 1995), (Pearson A. , u.c., 1993), (Shreeve, Toszeghy, Pattison, & Newell, 2000)
Ventilācijas sistēma var radīt inficēšanās risku	Ventilatoru atrašanas vietas putnu novietnēs un gaisa kondicionēšana palielina inficēšanās risku. Horizontālās un statiskās ventilācijas sistēmas kā riska faktori Īslandē un Francijā.	(Newell, u.c., 2011), (Barrios, u.c., 2006) (Gibbens, Pascoe, Evans, Davies, & Sayers, 2001), (Refregier-Petton, Rose, Denis, & Salvat, 2001)

Ūdens kontaminācija ar *Campylobacter* spp.

Ierosinātāja klātbūtne konstatēta ganību, novietņu, kautuvju notekūdeņos, ar kuriem *Campylobacter* spp. var nokļūt dzeramajā ūdenī, virszemes ūdeņos un ūdens rezervuāros (Blaser, Hardesty, Powers, & WL, 1980), (Hutchison, Walters, Moore, Crookes, & Avery, 2004). Nepietiekoša ūdens apstrāde, neattīrīta/nehlorēta ūdens izmantošana, fermu rezervuāros esošā ūdens kontaminācija, ūdensvadā esošā ūdens kontaminācija no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm/apkārtējās vides var būt par cēloni dzīvotspējīgu kampilobaktēriju nokļūšanai broilercāļu mītnēs.

Campylobacter spp. var kontaminēt arī ūdens apgādes sistēmu, jo inficētie broilercāļi, izdalot ierosinātāju, kontaminē ne tikai dzirdināšanas ierīces, bet ūdens piegādes sistēmu. Ūdens piegādes sistēmas kontaminācija ir atkarīga no dzirdināšanas iekārtu veida, piemēram, nipeļa tipa dzirdināšanas iekārtas ar kausu bija kontaminētas visbiežāk (Cox & Pavic, 2010). Ir nozīme arī izmantotā ūdens avotam, un valstīs, kur dzeramais ūdens tiek ņemts no virszemes ūdens tilpnēm vai akām, tas bija kā riska faktors *Campylobacter* spp. nokļūšanai broilercāļu ganāmpulkā.

Campylobacter spp. ilgstoša atrašanās ūdenī var ietekmēt ierosinātāja noteikšanu paraugā, jo tā fizioloģiskais stāvoklis var mainīties un tikt raksturojams kā dzīvotspējīgs bet nekultivējams, tāpēc šādos gadījumos konvencionālās mikrobioloģiskās metodes kampilobaktēriju izolēšanai nav efektīvas.

Bioplēves ūdens apgādes sistēmās, kā arī vienšūņu klātbūtne var pasargāt *Campylobacter* no dezinfekcijas līdzekļu iedarbības. To klātbūtne broilercāļu novietņu ūdens apgādes sistēmās palielina putnu inficēšanās iespējamību (Trachoo, Frank, & Stern, 2002), (Snelling, McKenna, Lecky, & Dooley, 2005).

Ūdens nozīme *Campylobacter* spp. infekcijas izplatīšanā broilercāļu novietnēs

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Ūdens kā infekcijas avots	<i>C. jejuni</i> izolēts no ūdens avota (urbuma), ūdens apgādes sistēmas, broilercāļu novietnes ūdens rezervuāriem, dzirdināšanas līnijas un ierīcēm. Neapstrādāta ūdens izmantošana no akām vai urbumiem kā riska faktors dzīvotspējīgu <i>Campylobacter</i> spp. nokļūšanai putnu mītnēs.	(Pearson A. , u.c., 1993),
Ūdens piegādes sistēmas kontaminācija pēc novietnes inficēšanās ar <i>Campylobacter</i> spp.	Ūdens padeves sistēmas kontaminācija no kontaminētajām dzirdinātavām; apkārtējās vides radīta ūdens rezervuāru kontaminācija.	(Gregory, Barnhart, Dreesen, Stern, & Corn, 1997), (Kiess, Kenney, & Nayak, 2007)
Ūdens nav piemērots substrāts ierosinātāja augšanai	Augsta O ₂ koncentrācija, ultravioletais starojums, barības vielu trūkums, vielas ar antimikrobiālo iedarbību strauji samazina <i>Campylobacter</i> spp. dzīvotspējīgo šūnu skaitu ūdenī.	(Humphrey, 1986)
Ūdens apstrāde samazina <i>Campylobacter</i> spp. izplatību broilercāļos	Ūdens hlorēšana būtiski samazina <i>Campylobacter</i> spp. izplatību broilercāļos. Ūdens un ūdensvada sistēmas dezinfekcijas nepilnības ir kā riska faktors broilercāļu novietnes inficēšanai.	(Arsenault, Letellier, Quessy, Normand, & Boulianne, 2007), (Evans & Sayers, 2000), (Gibbens, Pascoe, Evans, Davies, & Sayers, 2001), (Hansson, u.c., 2007), (Herman, u.c., 2003)

Broilercāļu vecums un turēšanas veids kā *Campylobacter* spp. izplatību ietekmējošie faktori

Broilercāļu novietnes kolonizācija ar *Campylobacter* spp. ir cieši saistīta ar putnu vecumu. *Campylobacter* spp. izplatību būtiski ietekmē arī vecāku putnu klātbūtne un, palielinoties putnu vecumam, novietnes inficēšanas rādītāji ir augstāki. Būtiski zemāki broilercāļu novietnes inficēšanās rādītāji tika sasniegti Īslandē, ja novietne tika izkauta līdz 34 dienai (Barrios, u.c., 2006). Pieaugošu novietnes inficēšanos ar *Campylobacter* spp. skaidro ar apkārtējās vides ietekmi, kur tās faktoru summārā iedarbība palielinās ar putnu vecumu. **Kā galvenie *Campylobacter* spp. broilercāļu novietni statusu ietekmējošie faktori, palielinoties dzīvnieku vecumam, tiek minēti: biodrošības**

noteikumu ievērošana (no novietnes personāla), palielināts ieelpotā gaisa apjoms, kā arī uzņemtas barības un ūdens daudzums, putnam kļūstot vecākam.

Bioloģiskās lauksaimniecības vai putnu brīvas turēšanas apstākļos putniem ir lielāka iespēja inficēties ar *Campylobacter* spp. Par iemeslu tam ir kontakts ar apkārtējo vidi, kur broilercāļi var inficēties ar kampilobaktērijām no vairākiem avotiem, ieskaitot savvaļas dzīvniekus un mājdzīvniekus, kukaiņus un augsni. *Campylobacter* spp. sastopamība bioloģiskajos ganāmpulkos Beļģijā bija augstāka nekā konvenciālajos (Van Overbeke, Duchateau, De Zutter, Albers, & Ducatelle, 2006). Parasti novietne paliek *Campylobacter*-pozitīvs līdz tā nokaušanai, taču kampilobaktēriju pozitīvo putnu proporcija var samazināties, putniem pārsniedzot 8-9 nedēļu vecumu, kas ir saistīts ar iegūto imunitāti. Dažādu vecumu putnu *Campylobacter* spp. inficēšanās rādītāji var būtiski atšķirties un ietekmēt ierosinātāju sastopamību kopumā.

Neskatoties uz to, ka vecākos putnos *Campylobacter* spp. izplatība var būt zemāka, salīdzinot no konvenciālo un bioloģisko novietņu putniem iegūto broilercāļu liemeņu kontamināciju, konstatēts, ka bioloģiskās saimniecībās vai brīvas turēšanas apstākļos – tā bija augstāka. Starp deviņām broilercāļu kautuvēm Beļģijā vecāku putnu (vidējais vecums 81 diena) un no bioloģiskajām vai brīvas turēšanas novietnēm iegūtie putnu liemeņi uzrādīja visaugstāko kontamināciju ar *Campylobacter* (9/30 (30%), >3 log₁₀ KVV/g) (Habib, u.c., 2012).

Broilercāļu kaušana ar dažādu dzīvmasu (70% cāļu partiju bija >165g atšķirība, variācijas koeficients 12,6%) bija riska faktors liemeņu kontaminācijai ar *Campylobacter* spp. Francijā (Malher, u.c., 2011). Dažāds putnu svars var apgrūtināt putnu kaušanu un to liemeņu apstrādi. Neatbilstoša izmēra putniem biežāk novēroja liemeņu kontamināciju ar fekālijām. Izteiktas atšķirības dzīvmasā broilercāļiem var norādīt uz veselības problēmām novietnē, kam seko zemāks dzīvmasas pieaugums un augstāki brāķēšanas rādītāji. Citi veselības indikatori, kā, piemēram, zāļu terapeitiskā lietošana, neietekmēja broilercāļu novietnes *Campylobacter* spp. statusu vai arī no tiem iegūto liemeņu kontamināciju.

**Cāļu vecuma un turēšanas veida ietekme uz *Campylobacter* spp. izplatību
broilercāļu novietnēs**

Faktori	Ietekme	Literatūras avots
<i>Campylobacter</i> nav izolēts no broilercāļiem līdz 2 nedēļu vecumam	Aprūtināta <i>Campylobacter</i> avotu identificēšana, kā arī cāļu statusa noteikšana. Iespējamie iemesli: <i>Campylobacter</i> fizioloģiski neaktīvs statuss (nekultivējamās formas); izstrādātās noteikšanas metodes nav efektīvas; ierosinātājs nav izkārņījumos, jo cāļu zarnu kolonizācija vēl nav noslēgusies.	(Idris, u.c., 2006), (Hiett, Cox, & Stern, 2002), (Hiett, Cox, & Rothrock, 2013), (Agunos, Waddell, Leger, & Taboada, 2014)
Vecāki putni biežāk pārnēsā <i>Campylobacter</i> spp.	Risks novietnes kolonizācijai palielinās ar ganāmpulka vecumu (>34 dienas), jo pastiprinās apkārtējās vides ietekme, un tās iedarbības rezultātā grūti novērst ierosinātāja iekļūšanu novietnē.	(Barrios, u.c., 2006)
Broilercāļi izdala <i>Campylobacter</i> spp. augstā koncentrācijā	<i>Campylobacter</i> šūnu skaits izkārņījumos var sasniegt pat 10^9 KVV/g, kas rada augstu inficēšanās risku citiem novietnē esošiem putniem.	(Cawthraw, Wassenaar, Ayling, & Newell, 1996), (Newell & Fearnley, 2003)
“Viss pilns – viss tukšs” (viena vieta, vienāds vecums) pieeja	Samazināta <i>Campylobacter</i> spp. izplatība starp dažādām broilercāļu novietnēm, jo atvieglota kopšana, nodrošināti augstāki produktivitātes rādītāji, kā arī augstā līmenī uzturēti biodrošības standarti. Ierosinātāja pārnēsāšana no vienas novietnes citā pēc cāļu izmitināšanas Dānijā bija nebūtiska šīs pieejas dēļ.	(Wedderkopp, Gradel, Jorgensen, & Madsen, 2001)
Putnu novietņu koncentrācija teritorijā	Pat “viss pilns – viss tukšs” pieejas apstākļos, būtiski augstāka <i>Campylobacter</i> izplatība bija, ja teritorijā atradās 3 un vairāk putnu novietnes (Ziemeļīrijā un Francijā); 5 un vairāk novietnes, Nīderlandē; 8 un vairāk, Lielbritānijā.	(McDowell, u.c., 2008), (Refregier-Petton, Rose, Denis, & Salvat, 2001), (Gibbens, Pascoe, Evans, Davies, & Sayers, 2001), (Bouwknegt, u.c., 2004)

Gadalaika ietekme uz novietnes inficēšanās rādītājiem ar *Campylobacter* spp.

Gadalaiks var būt riska faktors *Campylobacter* spp. izplatībai un ir pierādīts, ka vasarā (jūlijs - septembris) *Campylobacter* spp. izplatība broilercāļu novietnēs ir augstāka salīdzinājumā ar ziemas mēnešiem (janvāris - marts). Gadalaiks ietekmēja arī izolēto *Campylobacter* spp. skaitu un izolāta tipu, turklāt izmaiņas *Campylobacter* spp. šūnu skaitā novēroja arī atsevišķi būros turētiem putniem (Hudson, Nicol, Wright, Whyte, & Hasell, 1999), (Doyle, 1984).

Sezonālās izmaiņas *Campylobacter* spp. izplatībā bija visizteiktākās Ziemeļeiropas valstīs (Zviedrija, Dānija, Norvēģija). Sezonalitāte novērota arī Beļģijā, Nīderlandē un Latvijā ar *Campylobacter* spp. izplatības maksimumu vasarā (Kovalenko, Roasto, Liepins, Mihkel, & Hörman, 2011), (Habib, u.c., 2012). *Campylobacter* spp.-inficētās novietnes ziemā konstatēja reti (Hansson, u.c., 2007), (Wedderkopp, Rattenborg & Madsen, 2000), (Bouwknegt, u.c., 2004), (Hofshagen & Kruse, 2005).

Campylobacter spp. izplatības sezonalitāte primāri ir saistīta ar apkārtējās vides temperatūrām, jo ierosinātāja izdzīvošanai nepieciešamas paaugstinātas temperatūras, kādas novēro vasarā. Siltāki laika apstākļi var ietekmēt arī *Campylobacter* spp. pārnēsātāju - kukaiņu izplatību, kuru lielāka aktivitāte ir vasaras mēnešos. Lielāka ūdens uzņemšana un intensīvāka gaisa apmaiņa vasarā var būt papildus riska faktori novietnes kontaminācijai ar *Campylobacter* spp.

Zemas temperatūras var būt nāvējošas ierosinātājiem, un ziemas mēnešos tiek pārtraukta *Campylobacter* spp. cirkulācija ap novietnēm. Samazinās arī apkārtējās vides kontaminācijas intensitāte, kas savukārt samazina iespējamību *Campylobacter* spp. iekļūšanai broilercāļu novietnē (Hald, Skovgard, Pedersen, & Bunkenborg, 2008), (Jore, u.c., 2010).

3.3.5. tabula

Gadalaika ietekme uz *Campylobacter* spp. izplatību broilercāļu novietnēs

Faktori	Ietekme	Literatūras avots
Atšķirīga <i>Campylobacter</i> sastopamība novietnēs	Visaugstākā sastopamība vasarā, it īpaši sezonālās atšķirības ir izteiktas Ziemeļvalstīs. Atšķirīgs <i>Campylobacter</i> šūnu skaits broilercāļu aklajā zarnā dažādos gadalaikos: no 10^7 KVV/g novembrī līdz 10^{12} KVV/g jūlijā.	(Wallace, Stanley, Currie, Diggle, & Jones, 1997), (Nylen, u.c., 2002)
Apkārtējās vides faktoru ietekmē uz <i>Campylobacter</i> spp. izplatību	Zemas temperatūras iznīcina apkārtējā vidē esošas <i>Campylobacter</i> spp., kā arī novērš <i>Campylobacter</i> pārnēsātāju (kukaiņu) aktivitāti.	(Jore, u.c., 2010)

Kukaiņi kā *Campylobacter* spp. Pārnēsātāji

Kukaiņi var mehāniski pārnēsāt *Campylobacter* spp. Kukaiņu ķermeņa temperatūra ir pārāk zema, lai kampilobaktērijas tajā vairotos, taču lidojoši kukaiņi, kuri barojas no lauksaimniecības un citu dzīvnieku fekālijām (piem., mājas muša), pārlidojot var pasīvi pārnēsāt fekālo saturu ar tajā esošajām kampilobaktērijām. Citi kukaiņi, kā melnuļu dzimtas (*Tenebrionidae*) vaboles, pastāvīgi dzīvo putnu novietņu sienās, kur tie pasargāti no apkārtējās vides iedarbības. Tās var pasīvi pārnēsāt fekālās daļiņas no iepriekš izmitinātās cāļu grupas, nodrošinot ierosinātāju cirkulāciju.

Kukaiņu populācija broilercāļu novietnē un ārpus tās mainās atkarībā no tās lokalizācijas vietas, gadalaika un apsaimniekošanas prakses, tāpēc atšķirīgi rezultāti tika iegūti dažādās valstīs. Kukaiņu klātbūtne, ieskaitot melnuļu dzimtas vaboles, un insekticīdu lietošana nebija riska faktors infekcijai ar *Campylobacter* spp. Zviedrijā, bet bija Dānijā (Berndtson, Danielsson-Tham, & Engvall, 1996), (Hald, Skovgard, Pedersen, & Bunkenborg, 2008).

Lidojošo kukaiņu sugu daudzveidību ietekmē ģeogrāfiskais izvietojums un apkārtējās vides temperatūras, kas ir katras valsts specifiski faktori. Mērenā klimata joslā veiktie pētījumi pierādīja *Campylobacter* spp. izplatības maksimumu siltajā sezonā (vasarā), kā arī būtisku ierosinātāja izplatības samazināšanos broilercāļu novietnēs, kas tika aprīkotas ar pretkukaiņu tīkliem (Hald, Skovgard, & Sommer, 2007).

3.3.6. tabula

Kukaiņi kā *Campylobacter* spp. pārnēsātāji

Faktori	Ietekme	Literatūras avots
<i>Campylobacter</i> tika izolēts no kukaiņiem	Ierosinātāja klātbūtne tika konstatēta mušās (<i>Musca</i> spp.), melnuļos (<i>Alphitobius diaperinus</i>), prusakos (<i>Periplaneta americana</i> un <i>Blatta orientalis</i>) broilercāļu novietnēs un ārpus tām. Kukaiņu klātbūtne novietnē saistīta ar paaugstinātu ganāmpulka inficēšanās risku.	(Gregory, Barnhart, Dreesen, Stern, & Corn, 1997), (Jacobs-Reitsma, van de Giessen, Bolder, & Mulder, 1995), (Umunabuike & Irokanulo, 1986)
Augsta <i>Campylobacter</i> sastopamība kukaiņos	Mājas mušas bija aptuveni 70% <i>Campylobacter</i> -pozitīvas ap putnu novietnēm (8,2% izmantojot bakterioloģiskās, bet 70,2% PQR metodes). Ap 30000 mušu var sasniegt putnu novietni vienā broilercāļu audzēšanas ciklā.	(Hald, Skovgard, Pedersen, & Bunkenborg, 2008)

Savvaļas dzīvnieki kā *Campylobacter* spp. Pārnēsātāji

Pārsvarā broilercāļu novietnei apkārt ir lauku vide ar tajā sastopamiem dzīvniekiem, ieskaitot grauzējus un putnus. Broilercāļu novietne tos pievilina, jo teritorijā ir pieejama barība un atkritumi, kurus var izmantot kā barību.

Grauzēji var nokļūt broilercāļu novietnēs caur plaisām vai bojājumiem ēku konstrukcijās. *C. jejuni* izolēta no putnu novietnē slazdā nokļuvušas peles fekālijām, vēlāk arī apstiprināta peļu un broilercāļu ierosinātāju radniecība, norādot uz grauzēju lomu *Campylobacter* spp. izplatībā (Hiett, Cox, & Stern, 2002). *Campylobacter* spp. izolēts no peļu zarnām arī citā pētījumā (Stern N. F.-C., u.c., 2001).

Campylobacter spp. klātbūtne identificēta savvaļas dzīvniekos – savvaļas putnos, kuri tipiski apdzīvo novietnes vai teritoriju ap tām. *Campylobacter* spp. klātbūtne, ieskaitot broilercāļos konstatētos variantus, atklāta ūdensputnos (savvaļas zosīs), mājās un meža strazdos, cielvās Zviedrijā un Somijā (Herman, u.c., 2003). Paaugstināts risks *Campylobacter* spp. ganāmpulka infekcijai bija saistīts ar putniem, kuri barojas ar dzīvnieku un vai dzīvnieku-augu izcelsmes lopbarību, kā arī augiem, kas aug putnu novietņu tuvumā (Hald, u.c., 2016).

Campylobacter spp. identificēts arī daudzu savvaļas dzīvnieku sugu fekālijās. Šie dzīvnieki apdzīvo šīs pašas ekoloģiskās nišas kā savvaļas putni, grauzēji un kukaiņi. Savvaļas dzīvnieki izdala *Campylobacter* spp. ar fekālijām un tādā veidā piesārņo apkārtējo vidi ar ierosinātāju.

3.3.7. tabula

Savvaļas dzīvnieku nozīme *Campylobacter* spp. izplatībā broilercāļu novietnēs

Faktori	Ietekme	Literatūras avots
<i>Campylobacter</i> sastopams grauzējos	Peļu un žurku klātbūtne novietnē bija saistīta ar ganāmpulka infekcijas risku. Ietekmi var samazināt ar efektīvu deratizācijas programmu.	(Hiett, Cox, & Stern, 2002), (Berndtson, Emanuelson, Enqvall, & Dainelsson-Tham, 1996), (McDowell S., u.c., 2008)
Kaitēkļu kontrole	Kaitēkļu kontrole bija faktors, kas būtiski samazināja <i>Campylobacter</i> izplatību broilercāļu novietnēs.	(Arsenault, Letellier, Quessy, & Boulianne, 2007)
<i>Campylobacter</i> klātbūtne savvaļas putnos	<i>C. jejuni</i> klātbūtne savvaļas putnu fekālijās, ar kurām piesārņota broilercāļu novietnes teritorija un apkārtējā vide.	(Messen, Herman, De Zutter, & Heyndrickx, 2009), (Johnsen, Kruse, & Hofshagen, 2006) (Colles, Cody, & Maiden, 2008)
Savvaļas dzīvnieku piekļuve novietnes teritorijai	<i>Campylobacter</i> var izolēt savvaļas dzīvniekiem: briežiem, lapsām, trušiem un āpšiem. Tie izdala ierosinātāju ar fekālijām un kontaminē apkārtējo vidi.	(Newell & Fearnley, 2003)

Citu sugu mājdzīvnieki novietnē vai tās tuvumā kā riska faktors broilercāļu infekcijai ar *Campylobacter* spp.

Arī citu sugu mājdzīvnieki var pārnest *Campylobacter* spp., un Latvijā *C. jejuni* un *C. coli* klātbūtne ir identificēta cūkās un liellopos. Mājdzīvnieki izdala ierosinātāju ar fekālijām, piesārņojot apkārtējo vidi. Paaugstināts risks novietnes inficēšanai ar ierosinātāju bija saistīts ar cūku novietnēm, kas atradās līdz 2 km attāluma no broilercāļu mītnes. Arī citu dzīvnieku klātbūtne novietnes tuvumā vai arī novietnē ir riska faktors infekcijai ar *Campylobacter* spp. (Cardinale, Tall, Gueye, Cisse, & Salvat, 2004) (Lyngstad, Jonsson, Hofshagen, & Heier, 2008). Ir pierādīts, ka broilercāļu novietne kļūst *Campylobacter*-pozitīva pēc ar ierosinātāju inficēto dzīvnieku izvietošanas novietnes tuvumā. Savukārt novietnes inficēšanos var novērst stingri ievērojot biodrošību visā ražošanas procesā, pat pozitīvo dzīvnieku klātbūtnes gadījumā novietnes tuvumā (Ridley, u.c., 2011).

3.3.8. tabula

Mājdzīvnieku loma *Campylobacter* spp. izplatībā broilercāļu novietnēs

Faktori	Ietekme	Literatūras avots
Citu sugu mājdzīvnieki novietnes teritorijā	Lauksaimniecības dzīvnieku turēšana putnu fermas teritorijā vai tās tuvumā ir riska faktors broilercāļu infekcijai ar ierosinātāju. <i>Campylobacter</i> izolēts no cūkām, liellopiem, aitām, kaķiem un suņiem.	(Gregory, Barnhart, Dreesen, Stern, & Corn, 1997)(Herman, u.c., 2003), (Giessen, Bloemberg, Ritmeester, & Tilburg, 1996)
Netiešie kontakti ar mājdzīvniekiem	Pat ja mājdzīvnieki nevar iekļūt putnu novietnēs, tie izdala ierosinātāju pietiekošā skaitā, lai kontaminētu vidi ārpus novietnes, darbinieku apģērbu un aprīkojumu.	(Newell & Fearnley, 2003)

Putnu turēšana veids un putnu novietnes piesārņojuma nozīme *Campylobacter* spp. infekcijas izplatībā

Intensīvākās broilercāļu audzēšanas apstākļos, kad liels broilercāļu skaits izvietots vairākās novietnēs, ir palielināts infekcijas risks ar *Campylobacter* spp. (Lyngstad, Jonsson, Hofshagen, & Heier, 2008) (Borck Hog, u.c., 2016). Vismaz vienas putnu novietnes inficēšanās ar *Campylobacter* spp. būtiski palielina citu novietņu infekcijas iespējamību krusteniskās kontaminācijas rezultātā. Ierosinātāja izplatību novietnēs būtiski ietekmē biodrošības pasākumu intensitāte, kā arī apkalpojošā personāla skaits.

Pēc broileru novietnes kolonizācijas tās apkārtnē ļoti strauji kļūst kontaminēta ar ierosinātāju, veicinot *Campylobacter* spp. izplatību. Pēc nokļūšanas novietnē *Campylobacter* spp. tajā ļoti ātri izplatās: vides paraugi broilercāļu novietnēs bija pozitīvi, pirms to klātbūtne konstatēta broilercāļu fekālijās (15. dienā), ieskaitot barības siles, dzirdnes un sienas (6. diena), cāļu svarus (9. diena) un iekšējās barjeras (12. diena). Pēc pirmo putnu inficēšanās broilercāļu novietne un tās teritorijas kontaminācijas intensitāte ar *Campylobacter* spp. būtiski palielinājās un ierosinātājs tika atrasts asfaltētā zonā ap novietni, priekšelpā un uz durvju rokturiem (2,0 - 5,3 log KVV/cm²). Pēc infekcijas apstiprināšanas novietnē *Campylobacter* spp. šūnu skaits būtiski palielinājās apkārtējās vides paraugos, un tas tika konstatēts uz asfaltēta seguma, novietnes durvīm, silēm, dzirdnēm, barjerām un svāriem dzīvo putnu svēšanai produkcijas ciklā (Battersby, Whyte, & Bolton, 2016).

Novietnes teritorija var būt kontaminēta arī pirms cāļu izmitināšanas, jo ierosinātāju izolēja no stāvošiem ūdeņiem vai peļķēm novietnes tuvumā. *Campylobacter* spp. izplatībai apkārt novietnei bija sakarība ar nokrišņu daudzumu, kad ierosinātāja šūnu skaits novietnes teritorijā palielinājās pēc nokrišņiem.

Neatbilstoša novietnes aizsargzonas, priekšelpu, durvju, dzirdināšanas un barošanas ierīču, sienu, kolonnu un instalāciju, kā arī svaru tīrīšana un dezinfekcija var būtiski ietekmēt *Campylobacter* spp. izplatību starp putnu novietnēm teritorijā. Par cēloni plašai *Campylobacter* spp. izplatībai pēc tīrīšanas un dezinfekcijas var būt neatbilstoša dezinfekcijas līdzekļa koncentrācija, nehigiēnisks iekārtu dizains, problēmas atdalīt organisko materiālo pirms dezinfekcijas, neatbilstošas procedūras pēc dezinfekcijas, pārāk īss ekspozīcijas laiks, strauja rekontaminācija un/vai rezistence pret dezinfekcijas līdzekļiem (Shreeve, Toszeghy, Ridley, & Newell, 2002) (Huneau-Salaun, Denis, Balaine, & Salvat, 2007), (Newell & Fearnley, 2003) (Cerf, Carpentier, & Sanders, 2010). Novietnes vides kontaminācija pēc tīrīšanas un dezinfekcijas bija saistīta ar dažādu dezinfekcijas līdzekļu iedarbību uz ierosinātāju (Agunos, Waddell, Leger, & Taboada, 2014), (Battersby, Walsh, Whyte, & Bolton, 2017). Dažādu dezinfekcijas līdzekļu eksperimentālās aplikācijas piemēri broilercāļu novietņu dezinfekcijai Īrijā ir parādītas 2. pielikumā (Battersby, Walsh, Whyte, & Bolton, 2017).

Campylobacter spp. izplatība, parasti augstāka brīvi turētu nekā konvenciālajās putnu novietnēs, kas tiek skaidrots ar kolonizāciju no apkārtējās vides, savvaļas putniem un citiem lauksaimniecības dzīvniekiem. Atsevišķas *Campylobacter*-pozitīvas novietnes var kontaminēt apkārtējo vidi. *Campylobacter* spp. sastopamība ir augstāka vecākajos putnos brīvas turēšanas apstākļos. Šo apstākļu dēļ var būt ietekmēta *Campylobacter* spp. sastopamība šādu putnu liemeņos (Ring, Zychowska, & Stephan, 2005), (Huneau-Salaun, Denis, Balaine, & Salvat, 2007).

Putnu novietņu kontaminācija ar *Campylobacter* spp.

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
<i>Campylobacter</i> spp. izplatība novietnes teritorijā	Ierosinātājs strauji izplatās putnu novietnē un ārpus tās, apdraudot citas teritorijā esošās novietnes.	(Hansson, Vagsholm, Svensson, & Olsson Engvall, 2007)
Putnu turēšanas veids ietekme <i>Campylobacter</i> spp. izplatību	Putni pakļauti apkārtējās vides piesārņojumam, tāpēc ierosinātājs bieži izolēts no putniem, kuriem lielāks kontakts ar apkārtējo vidi.	(Huneau-Salaun, Denis, Balaine, & Salvat, 2007)
Dezinfekcijas līdzekļiem dažāda ietekme uz <i>Campylobacter</i> spp.	Dezinfekcijas līdzekļa aktīvajai vielai, tās koncentrācijai un aplikācijas veidam ir ietekme uz <i>Campylobacter</i> spp. izplatību novietnē un tās apkārtnē pēc depopulācijas.	(Battersby, Walsh, Whyte, & Bolton, 2017)

Rīcība ar izkārnījumiem, izlietotajiem pakaišiem un broilercālu līkiem

Pēc depopulācijas izlietotie pakaiši ar izkārnījumiem un citām atliekām no broilercāļu novietnes ir ļoti kontaminēti ar *Campylobacter* spp. Ierosinātājs var izdzīvot izmantotajos pakaišos un būt infekcijas avots nākamajiem putniem, kuri tiks ievietoti šajā novietnē (Herman, u.c., 2003), (Rothrock, Warren, & Sistani, 2008).

Pakaiši un mēsli, ja tos izvieta ārpus novietnes, piesaista savvaļas dzīvniekus un kukaiņus, kas pārtiek no barības vielu paliekām broilercāļu izkārnījumos (Arsenault, Letellier, Quessy, Normand, & Boulianne, 2007), (Cardinale, Tall, Gueye, Cisse, & Salvat, 2004). Kritušo putnu laicīga neizvākšana var radīt persistenu *Campylobacter* spp. cirkulāciju broilercāļu novietnē, kas savukārt palielina nākamo, novietnē ievietoto broilercāļu kolonizācijas risku (Petersen, Nielsen, & On, 2001).

Mēslu, izlietoto pakaišu un broilercāļu liķu savākšanas nozīme *Campylobacter* spp. infekcijas izplatībā

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Kritušo putnu izvākšana	Kritušo putnu klātbūtne palielina novietnes inficēšanās risku un nodrošina kampilobaktēriju cirkulāciju.	(Evans & Sayers, 2000)
Blakusproduktu uzglabāšana novietnes teritorijā	Izlietoto pakaišu, mēslu, broilercāļu liķu uzglabāšana tuvāk par 200 m broilercāļu novietnei vismaz 5-kārtīgi palielina infekcijas risku.	(Arsenault, Letellier, Quessy, & Boulianne, Canada, 2007)
Novietnes uzkopšana pēc tās depopulācijas	Nepietiekošs tukšas novietnes uzturēšanas periods tās efektīvai iztukšošanai, tīrīšanai un dezinfekcijai bija riska faktors Skandināvijā broilercāļu ganāmpulka <i>Campylobacter</i> infekcijai (periods īsāks par 9-14 dienām).	(Lyngstad, Jonsson, Hofshagen, & Heier, 2008), (Borck Hog, u.c., 2016)

3.4. SPECIFISKIE PREVENTĪVIE PASĀKUMI PUTNU NOVIETNĒ

Biodrošība

Biodrošība ir pasākumu komplekss, kas tiek īstenots, lai pasargātu dzīvniekus no inficēšanās, novēršot ierosinātāju nokļūšanu, ierīkojot fiziskās barjeras un sekojot higiēnas praksei novietnē.

Katra specifisko pasākumu komponente paredz noteiktas darbības ierosinātāja izplatības ierobežošanai. Ar fiziskām barjerām izprot, piemēram, pretkukaiņu ekrānu izvietošana ventilācijas lūkās, novēršot kukaiņu – *Campylobacter* spp. pārnēsātāju iekļūšanu ventilācijas sistēmā un tālāk – putnu mītnē (Hald, Skovgard, & Sommer, 2007). Higiēnas prakse savukārt ietver tādu darba instrukciju izstrādi, kas apraksta darbības ar putniem, mazgāšanas un dezinfekcijas režīmus, personāla rīcību, novietnes zonējumu, kā arī dažādu specifisku pasākumu (“viss pilns – viss tukšs”) veikšanu, kas pierādīja savu efektivitāti *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanā.

Biodrošība ir *Campylobacter* spp. kontroles programmu atslēgas sastāvdaļa Ziemeļvalstīs: Zviedrijā, Dānijā, Norvēģijā un Īslandē (Rosenquist, u.c., 2009). Ir iegūta atšķirīga pieredze biodrošības stratēģijas piemērošanā starp broilercāļu novietnēm. Konstatētas arī būtiskas atšķirības starp dažādām valstīm biodrošības principu piemērošanā. Tāpēc **konkrētā novietnē īstenotā biodrošības prakse parasti ir optimālais variants, kas ir pieņemams novietnes īpašniekiem. Atkarībā no pieejas var izmantot darba un līdzekļu ietilpīgākos risinājumus, kurās nepieciešami papildu**

ieguldījumi aprīkojumā, dezinfekcijas līdzekļos, kā arī citu antimikrobiālo līdzekļu lietošana.

Biodrošības koncepcijas izstrāde balstās uz to, ka mūsdienu putnu novietne ir moderna, labi uzturēta būve ar ierobežotu piekļuvi telpām, kurām tiek piemērotas biodrošības prasības. **Biodrošības iestrāžu mērķis ir nepieļaut ierosinātāja nokļūšanu ganāmpulkā**, kur *Campylobacter* spp. var tikt ienests:

- **Pasīvi**, kad ierosinātājs atrodas uz putnu audzēšanai nepieciešamajām izejvielām (ūdens, barība un gaiss);
- **Aktīvi**, kad ierosinātājs nokļūst novietnē no apkārtējās vides ar dažādu pārnēsātāju starpniecību: kaitēkļiem, lidojošiem vai rāpojošiem kukaiņiem, dzīvniekiem, instrumentiem, iekārtām, kā arī cilvēkiem, kuriem bijusi saskare ar ierosinātāju.

Broilercāļu novietne un tās konstrukciju vecums ir kritisks parametrs dzīvnieku aizsargāšanai no kontaminācijas ar *Campylobacter* spp. Uzskatīts, ka vecākas novietnes ir grūtāk atbilstoši uzturēt, novēršot kontaktu ar apkārtēju vidi, kā arī nav iespējams pilnvērtīgi veikt tīrīšanu, dezinfekciju un kaitēkļu kontroli. Pētījumos Zviedrijā un Francijā netika konstatētas būtiskas atšķirības *Campylobacter* spp. izplatībā starp jaunajām un vecajām novietnēm, bet Dānijā un Norvēģijā jaunajās novietnēs (līdz 5 gadi) izvietotie broilercāļi uzrādīja būtiski zemāku *Campylobacter* spp. sastopamību (Berndtson, Emanuelson, Enqvall, & Dainelsson-Tham, 1996), (Messen, Herman, De Zutter, & Heyndrickx, 2009). (Borck Hog, u.c., 2016).

Higiēnas barjeras un citi specifiskie biodrošības risinājumi

Higiēnas slūžas / barjeras ir vienas no svarīgākajām biodrošības pasākumu sastāvdaļām. Higiēnas slūžu / barjeras galvenā funkcija ir nodalīt netīro un tīro (broilercāļu turēšanas) zonu. Higiēnas barjeras var atšķirties pēc novietojuma, struktūras un izmantošanas.

Visvienkāršākā higiēnas barjera ir fizisks punkts (var kalpot uz grīdas uzzīmēta līnija – pasīva barjera), kur atrodas apavu dezinfekcijas vanna vai maiņas apavi. Higiēnas punktos jābūt āra apģērba maiņas iespējai (kombinezoni iekšējai lietošanai), kā arī roku mazgāšanas iespējām. Stingra lietošanas noteikumu ievērošana, šķērsojot higiēnas barjeras, var samazināt ierosinātāja izplatību broilercāļu ganāmpulkā par 50% un to ierīkošana ir obligātais *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanas pasākums (Gibbens, Pascoe, Evans, Davies, & Sayers, 2001).

Ar samazinātu novietņu infekcijas risku bija saistīta maiņas apavu un apģērba lietošana katrai putnu mītnei, bahilu, kā arī apavu vannu izmantošana (Bouwknegt, u.c., 2004), (Evans & Sayers, 2000), (Gibbens, Pascoe, Evans, Davies, & Sayers, 2001), (McDowell, u.c., 2008).

Biodrošības piemēri *Campylobacter* izplatības mazināšanai spp. broilercāļu novietnēs

Valsts	Konstatētās neatbilstības/ Ieviestie pasākumi	Ietekme	Literatūras avots
Anglija	Biodrošības uzlabojumi: Standartizēta tīrīšanas un dezinfekcijas protokola izstrāde putnu novietnēm, standartizēts higiēnas protokols personālam, kas ierodas novietnē, putekļu nosūkšana, noteiktā dezinfekcijas līdzekļa lietošana (arī tā atšķaidījumu) visām iekšējām virsmām, pirms dezinfekcijas virsmām jābūt nožuvušām ar periodu >6h, cāļu kopšanas aprīkojums mazgāts un dezinficēts centralizēti, putnu mītnes blakus telpas mazgātas un dezinficētas 1h; dezolīzeklis uz joda bāzes, betona zonas dezinficētas pirms pakaišu novietošanas, divas apavu vannas – ieejot priekšelpā un putnu novietnē, katrai novietnei savi apavi un darba apģērbi, priekšelpās atsevišķa tīrā zona ar roku mazgāšanas un dezinfekcijas iespējām.	Par 50% samazinājās novietnes kolonizācijas rādītāji 42. dienā	(Gibbens, Pascoe, Evans, Davies, & Sayers, 2001)
Anglija	Transportlīdzekļu dezinfekcija, roku mazgāšana un dezinfekcija, katrai novietnei atsevišķi paredzēta darba apģērba un aprīkojuma lietošana.	Transportlīdzekļu kontaminācijas samazinājums (no 53% līdz 18%) bez tieša efekta uz novietnes kolonizāciju.	(Ridley, u.c., 2011)
Dānija	Gadalaika, valsts ģeogrāfiskā stāvokļa un temperatūru svārstību ietekmes mazināšana, uzstādot kukaiņu sietus (dažu mm lieluma kukaiņu iekļūšanas novēršanai), fokusējoties uz ventilācijas lūkām.	<i>Campylobacter</i> izplatība novietnēs samazinājās no 45% līdz 7% ar 2 nedēļu kolonizācijas perioda nobīdi, 77% izplatības samazinājums cāļos. Klīniskās infekcijas gadījumu samazinājums.	(Hald, Skovgard, & Sommer, 2007), (Bahrndorff, Rangstrup-Christensen, Nordentoft, & Hald, 2013)

Personāls, tā kustība un biodrošības noteikumu ievērošana

Campylobacter spp. ir plaši izplatīts apkārtējā vidē, un svarīgi personālam radīt izpratni par šo faktoru. Novietņu darbinieki var kļūt par *Campylobacter* spp. pārnēsātājiem netīši, pieskaroties ļoti kontaminētiem objektiem un materiāliem: broilercāļu līķu savākšana un to ievietošana blakusproduktu konteineros, pieskaroties pakaišiem, darba rīkiem un iekārtām.

Ierosinātājs var izdzīvot uz roku ādas un zem nagiem, un, pieskaroties dažādiem objektiem, *Campylobacter* spp. tiek pārnests uz tiem. Cits svarīgs kontaminācijas avots ar *Campylobacter* spp. kontaminēti apavi, jo nostaigātais attālums dienā var būt salīdzinoši liels, un līdz ar to uz apaviem ir daudz dubļu un putekļu, kuros var atrasties ierosinātājs.

Cilvēku kustība ir būtisks faktors broilercāļu novietnes kontaminācijai ar *Campylobacter* spp., kas saistīts ar biodrošības pasākumu neievērošanu. Ierosinātāju novietnē var ienest ne tikai saimniecības personāls (dzīvnieku kopēji), bet arī apmeklētāji, kas nav iesaistīti broilercāļu audzēšanā (Agunos, Waddell, Leger, & Taboada, 2014). *Campylobacter* spp. var tikt ienests novietnē vienu dienu vecu cāļu ievietošanas procesā, jo personāls šķērso dezinfekcijas barjeras (Johnsen, Kruse, & Hofshagen, 2006).

Ierosinātāji var nokļūt novietnē ar darba aprīkojumu un apģērbu. *Campylobacter* spp. bija izolēts no darba apģērba, rokām, kā arī kopēju darba apaviem, un izmeklēšana apstiprināja šo izolātu radniecību ar no novietnes izolēto ierosinātāju. Kontaminēti durvju rokturi un citas kontakta virsmas priekšelpās sekmē *Campylobacter* spp. iekļūšanu novietnē pat pēc apavu un apģērba maiņas, kā arī roku mazgāšanas, tāpēc personāla kustības kontrole ir viens no svarīgākajiem faktoriem novietnes pasargāšanai no infekcijas, ņemot vērā plašu *Campylobacter* izplatību apkārtējā vidē. Eksperimentāli, samazinot darbinieku kontaktu ar cāļiem, tie palika neinficēti līdz pat kaušanai, tomēr šis risinājums var sniegt dažādus rezultātus, jo uz broilercāļiem iedarbojas citi inficēšanās faktori (Battersby, Whyte, & Bolton, 2016).

Tāda personāla piekļuve putniem, kas vienlaikus strādā ar citām putnu vai dzīvnieku sugām, palielina risku ienest ierosinātāju ganāmpulkā. Analizējot personāla kustību novietnē, jāņem vērā arī personāla vizīšu skaits un apmeklēto putnu novietņu skaits, jo tas tiešā veidā ir attiecināms uz *Campylobacter* spp. izplatīšanas iespējām.

Atsevišķos gadījumos cilvēki var kļūt par asimptomatiskiem *C. jejuni* pārnēsātājiem, un strādnieki, kas strādā ar putniem, var izdalīt *Campylobacter* spp. ar fekālijām. Novietnes darbinieku inficēšanās ar ierosinātāju ir saistīta ar biodrošības pasākumu neievērošanu darbinieku vidū.

**Novietnes personāla un apmeklētāju loma *Campylobacter* spp. izplatīšanā
broilercāļu ganāmpulkos**

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Cilvēku kustība	Cilvēki ienes <i>Campylobacter</i> spp. no apkārtējās vides, un ierosinātājs izolēts no dzīvnieku kopējiem, menedžeriem, ķērājiem, automašīnu vadītājiem. Citu dzīvnieku sugu un vairāku putnu novietņu kopšana uzskatāma par riska faktoru ganāmpulka kolonizācijai. Autorizētā personāla skaits ar piekļuves atļauju putnu ganāmpulkam, kā arī darba vizīšu skaits ir tiešie ganāmpulka infekciju ietekmējošie faktori.	(Berndtson, Emanuelson, Enqvall, & Dainelsson-Tham, 1996), (Cardinale, Tall, Gueye, Cisse, & Salvat, 2004), (Evans & Sayers, 2000), (Hald, Wedderkopp, & Madsen, 2000), (Lyngstad, Jonsson, Hofshagen, & Heier, 2008)
Darbinieku biodrošības noteikumu ievērošana	Putnu ķērāji un citi operatori bija kampilobaktēriju avoti ganāmpulkam, jo pārvietojās no vienas novietnes uz citu ar savu aprīkojumu, apaviem, apģērbiem, pilnībā var daļēji ievērojot biodrošību.	
Apkalpoto putnu novietņu skaits	Darbinieku piesaiste noteiktajām putnu novietnēm būtiski samazina <i>Campylobacter</i> spp. izplatību.	(Romero Barrios, u.c., 2006)
Aprīkojuma kontaminācija	<i>Campylobacter</i> spp. izolēts no novietnē esošā aprīkojuma – dakšām, traktoriem, būriem, ķeršanas aprīkojuma.	
Personāla biodrošības noteikumu neievērošana	Visbiežākās kļūdas: tīro un netīro zonu neievērošana, nepareiza apavu maiņa, nepareiza roku mazgāšana, netīra darba apģērba valkāšana. Cēloņi: apmācību trūkums, seku neapzināšana, laika trūkums, nepareizs stimuluss, motivācijas trūkums un apātija.	(Vaillancourt & Carver, 1998)
Viena inficētā putnu novietne ir infekcijas avots citām	Tikai 15 % no novietnēm bija inficētas no iepriekš izmitinātajiem broilercāļiem, pārējās inficējās no citām inficētām novietnēm teritorijā.	(Shreeve, Toszeghy, Pattison, & Newell, 2000)

Novietnes menedžmenta programmas ietekme uz broilercāļu inficēšanos ar *Campylobacter* spp.

Pierādīts, ka atsevišķas novietņu uzturēšanas un broilercāļu audzēšanas metodes var samazināt vai palielināt iespējamību ienest novietnē *Campylobacter* spp. Putnu audzēšanas programmas izpilde ir ļoti savstarpēji saistīta ar biodrošības ievērošanu, ieskaitot novietnes tīrīšanu un dezinfekciju, kā arī personāla higiēnas ievērošanu.

Iepriekš *Campylobacter*-pozitīvu cāļu turēšana novietnē, kurā tiks izvietoti vienu dienu veci cāļi, ir uzskatāms par nākamās cāļu grupas inficēšanās ar *Campylobacter* spp. riska faktoru. Inficētie broilercāļi piesārņo apkārtējo vidi ar ierosinātāju, kas pārņests nākamajai izmitināto cāļu grupai (Hiett, Cox, & Stern, 2002). Tieša pārnešana ir saistīta ar tīrīšanas un dezinfekcijas programmu izpildes efektivitāti, kā arī laiku starp cāļu izvešanu un izmitināšanu. Broilercāļu infekcija ar *Campylobacter* spp. var parādīties no jauna uzbūvētās putnu novietnēs, kā arī tādās, kas tika jau izmantotas iepriekš (Gregory, Barnhart, Dreesen, Stern, & Corn, 1997).

Novietnes retināšana ir riska faktors *Campylobacter* spp. nokļūšanai novietnē. Pirms retināšanas uzsākšanas *Campylobacter* spp. bija izolēts no novietnes ceļiem, transportlīdzekļiem, aprīkojuma un personāla. Epidemioloģiskie pētījumi pierādīja ierosinātāja nokļūšanu no vienas putnu novietnes citā, kad ierosinātāju pārņēsēja pašas fermas darbinieki, ieskaitot pašu putnu ķērājus un to izmantotos darba rīkus (Allen, u.c., 2008). Novietnes retināšanā parasti ir iesaistīti daudz darbinieku un liels skaits tehnikas un aprīkojuma, kā arī dalībnieki putnu novietnē uzturas ilgstoši. Darbinieki var ienest ierosinātāju broilercāļu novietnē ar apģērbu vai aprīkojumu, un iespējamība ienest *Campylobacter* spp. novietnē vērtējama kā ļoti augsta.

Ierosinātāja izplatību ietekmē arī putnu novietnē pavadītais laiks. Ja uzturēšanās novietnē bija īslaicīga, tad *Campylobacter* spp. var izplatīties lēnāk, un būs nosakāma pirms kaušanas, ko savukārt ietekmēs arī dzīvnieku pirmskaušanas stress. Jāparedz, ka *Campylobacter* spp. sastopamība novietnē būs atkarīga arī no laika pēc retināšanas līdz kaušanai, jo ierosinātājs novietnē var izplatīties ļoti strauji (Allen & Griffiths, 2001) (Allen, u.c., 2008b) (Van Gerwe, u.c., 2005). Kautuvēs, broilercāļu kaušana pēc broilercāļu mītnes retināšanas ir riska faktors liemeņu, kā arī tām sekojošu putnu partiju kontaminācijai ar *Campylobacter* spp. (Hue, u.c., 2010).

Novietnes menedžmenta programmas ietekme uz *Campylobacter* spp. izplatību

Faktori	Ietekme	Literatūras avots
Ierosinātāja pārnēsāšana no vienas cāļu grupas uz citu	10-20% jauno broilercāļu novietņu infekciju Anglijā un Nīderlandē bija saistītas ar kontamināciju no iepriekš izmitinātiem cāļiem.	(Jacobs-Reitsma, van de Giessen, Bolder, & Mulder, 1995)
Atbilstoša putnu novietņu tīrīšana un dezinfekcija pirms cāļu izmitināšanas	Neatbilstoša putnu novietnes tīrīšana un dezinfekcija, kā arī apkārtējās vides kontaminācija ir riska faktors <i>Campylobacter</i> spp. izplatībai.	(Cardinale, Tall, Gueye, Cisse, & Salvat, 2004)
Periods starp depopulāciju un vienu dienu vecu cāļu izmitināšanu	Garāks starplaiks starp depopulāciju un vienu dienu vecu cāļu izmitināšanu samazina <i>Campylobacter</i> izplatību (no 3 līdz 25 dienām).	(Berndtson, Danielsson-Tham, & Engvall, 1996), (Lyngstad, Jonsson, Hofshagen, & Heier, 2008)
Ganāmpulka retināšana	Darbinieki var aktīvi pārnēsāt <i>Campylobacter</i> spp., kad ierosinātājs tiek ienest novietnē no apkārtējās vides, it īpaši ja iesaistīts liels darbinieku skaits. <i>Campylobacter</i> spp. izolētas no dzīvnieku kopējiem, ķērājiem, rīkiem un iekārtām. Kā riska faktori ir retināšanas veikšana vairāk nekā vienā novietnes teritorijā un nepietiekoša darbinieku apmācība.	(Berndtson, Danielsson-Tham, & Engvall, 1996), (Hald, Rattenborg & Madsen, 2001),
Ātra infekcijas izplatība broilercāļu organismā pēc retināšanas	Augsta sastopamība akļajā zarnā 2-6 dienā pēc retināšanas (9 logKVV/g).	(Allen, u.c., 2008)

3.5. **CAMPYLOBACTER SPP. KONTROLE PUTNOS – ALTERNATĪVIE RISINĀJUMI**

Campylobacter spp. skaita samazināšanai broilercāļos tiek pētītas arī citas stratēģijas, bez iepriekš apskatītās biodrošības, un tās sevi ietver barības uzlabotājus, izmantojot ēteriskās eļļas, pre- un probiotiķus, bakteriocīnus un bakteriofāģus, vai imunizāciju ar vakcinācijas palīdzību (Meunier, Guyard-Nicodeme, Dory, & Chemaly, 2016).

Broilercāļu barības uzlabotāji paredz dažādu ar pretkampilobaktēriju aktivitāti produktu, ieskaitot mikroorganismu, pievienošanu barībai vai ūdenim.

Probiotikas un prebiotikas

Probiotikas saturošas piedevas pievieno, lai novērstu broilercāļu infekciju ar ierosinātāju to augšanas ciklā. Probiotikas izkonkurē *Campylobacter* spp., liedzot tām pietiprināties pie zarnu kanāla šūnām, vienlaikus ražojot antimikrobiālas vielas un kavējot barības vielu izmantošanu kampilobaktērijām. Iepriekš, *C. jejuni* augšanas novēršanai un ierobežošanai ir pētīta sekojoša mikroflora: *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Enterococcus*, kā arī *Bifidobacterium* un *Saccharomyces cerevisiae* (Arsi, Donoghue, Woo-Ming, Blore, & Donoghue, 2015) (Thomrongsuwannakij, Chuanchuen, & Chansiripornchai, 2016). Izmēģināti dažādi produkti, to pielietojuma veids un devas, un galvenokārt probiotikas tika pievienotas barībai, ūdenim, kā arī smidzinātas uz dzīvām putniem 24 h pirms nokaušanas. Ir pieejami dažādi komerciāli ražoti preparāti, kuru antimikrobiālā iedarbība uz *Campylobacter* ir pierādīta: *Calsporin*, *Avian Pac Soluble*, *Feed Free*, *Primalac*, kā arī citas probiotikas saturošas barības piedevas (Fritts, u.c., 2000), (Morishita, Aye, Harr, Cobb, & Clifford, 1997), (Cason, Buhr, Hinton, Berrang, & Cox, 2005), (Murry, Hinton, & Buhr, 2006), (Willis & Reid, 2008), (Wieliczko, 1995), (Khaksefidi & Rahimi, 2005).

Prebiotikas nodrošināja derīgu/labvēlīgu baktēriju augšanu, taču neuzrādīja būtisku antimikrobiālo efektu pret *Campylobacter* spp. Prebiotiku un probiotiku kompleksa izmantošana samazināja kontamināciju ar kampilobaktērijām (Peng, Reichmann, & Biswas, 2015), (Gracia, u.c., 2016).

Raksturojot probiotiķu iedarbību uz *Campylobacter* spp. jāsecina, ka:

- ✓ Komerciāli pieejamas probiotikas ir iedarbīgas pret *Salmonella*, bet neuzrāda efektivitāti pret *Campylobacter* spp., kam par pamatu ir dažādi infekciju attīstības mehānismi (Lee & Newell, 2006).
- ✓ Probiotikas, kuru lietošana bija efektīva, samazinot *Campylobacter* spp. skaitu par 1-2 log KVV/g aklajā zarnā *in vivo*, jāievada kloākā, lai sasniegtu optimālu iedarbību. Šis probiotiku aplicēšanas veids nav realizējams broilercāļu novietnēs no darba resursa izmantošanas viedokļa (Arsi, Donoghue, Woo-ming, Blore, & Donoghue, 2015).
- ✓ Labi atpazīstamas probiotikas kā *Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus* un citi neiedarbojas uz *Campylobacter* spp. *in vivo*, neskatoties uz daudzsoļiem rezultātiem *in vitro*. *Lactobacillus* spp., kas rada izteikti skābu vidi, nav efektīvs pret *Campylobacter*, jo zarnu trakta pH tiek regulēts ar aizkuņģa dziedzeru sulā

esošo nātrija bikarbonātu (Wine, Gareau, Johnson-Henry, & Sherman, 2009), (Wooten, Liu, & Miller, 2016).

Bakteriocīni

Arī bakteriocīnu izmantošanas mērķis ir samazināt cāļu kolonizāciju ar *Campylobacter* spp. Bakteriocīni ir baktēriju sintezēti peptīdi, kas samazina ierosinātāja dzīvotspēju, taču plaša spektra aktivitāte piemīt tikai atsevišķiem no baktērijām izolētajiem bakteriocīniem (Quereda, u.c., 2016). Bakteriocīni tika lietoti cāļiem mikrokapsulu veidā un aprakstīti četri attīrīti bakteriocīni, kuru samazināja *Campylobacter* spp. izplatību putnos: SRCAM 602 un NRRL B-30509 *Paenibacillus polymyxa*, OR-7 *Lactobacillus salivarius*, E-760 un E 50-52 *Enterococcus* spp. (Svetoch & Stern, 2010)

No 365 *Bacillus* un *Paenibacillus* putnu ražošanas vides izolātiem tikai trīs laboratoriski uzrādīja *Campylobacter* spp. augšanu inhibējošu aktivitāti. *P. polymyxa* bakteriocīns nodrošināja *C. jejuni* skaita samazinājumu $>10^4$ līdz 10^6 KVV/g aklās zarnas saturā. Savukārt *L. salivarius* samazināja broilercāļu kolonizāciju ar ierosinātāju vismaz par 10^6 KVV/g salīdzinājumā ar kontroles grupu (Stern, u.c., 2005), (Stern, u.c., 2006), (Svetoch, u.c., 2008). *Enterococcus durans*, *E. faecium* un *E. hirae* bakteriocīnu pievienošana dzeramajam ūdenim nedēļu pirms kaušanas uzrādīja *Campylobacter* spp. šūnu skaitu samazinājumu broilercāļu aklajās zarnās vairāk par 100 000 reizēm (Svetoch, u.c., 2005).

Neskatoties uz to, ka atsevišķu bakteriocīnu lietošana var samazināt *Campylobacter* spp. izplatību broilercāļu organismā līdz nenosakāmam līmenim, jo īpaši tādu, ko izmanto īsi pirms kaušanas, joprojām nepieciešama eksperimentālā *Campylobacter* spp. bakteriocīnu aktivitātes un efektivitātes pārbaude broilercāļu ganāmpulkos *in vivo*.

Bakteriofāgu izmantošana

Bakteriofāgi ir baktēriju vīrusi, un potenciāli tie var tikt izmantoti *C. jejuni* kolonizācijas mazināšanai broilercāļu novietnēs, neietekmējot paša organisma mikrofloru. Bakteriofāgi ar aktivitāti pret *Campylobacter* spp. ir izolēti no dažādiem avotiem, ieskaitot notekūdeņus, cūku mēslus, putnu liemeņus un broilercāļus (El-Shibiny, u.c., 2009). *C. jejuni* skaits broilercāļos pēc ārstēšanas ar bakteriofāgiem bija būtiski zemāks nekā pirms tās, attiecīgi - 5,1 log KVV/g un 6,9 log KVV/g. Aprakstīts, ka *Campylobacter* spp. šūnu skaits broilercāļu aklajā zarnā samazinājās pēc ārstēšanas ar bakteriofāgiem par 2-5 log KVV/g (Atterbury, u.c., 2005). Izrēķināts, ka *Campylobacter*-specifiskā bakteriofāga CP220 deva 7 log PFU samazināja *Campylobacter* skaitu par 2 log KVV/g 48 h pēc ievadīšanas.

Pētījumi par bakteriofāgu lietošanu joprojām nav veikti dzīvnieku novietnēs, un būtiskākie šķēršļi, kas kavē to izmantošanu, ir liela bakteriofāgu deva, bakteriofāgu ievadīšanas veids, *Campylobacter* nestabilais genoms ar vairākiem antibakteriofāgu mehānismiem (El-Shibiny, u.c., 2009). Šobrīd bakteriofāgu kā antimikrobiālo līdzekļu lietošana dzīvnieku novietnēs nav atļauta ASV (FDA), taču pētījumi par to izmantošanas iespējām joprojām turpinās (Grant, Hashem, & Parveen, 2016). ES nav izstrādāta likumdošana, kas noteiktu bakteriofāgu lietošanu dzīvniekos. Par iespējamiem variantiem bakteriofāgu izmantošanai tiek uzskatītas to pievienošana barības piedevām vai kā veterināro zāļu sastāvdaļa (EFSA, 2011).

Vakcinācija

Broilercāļu vakcinācija pret *Campylobacter* spp. ļautu samazināt ierosinātāja izplatību putnu novietnēs, tādējādi samazinot tā nokļūšanas iespējas pārtikas ķēdē (Avci, 2016). Šobrīd vakcīna, kas ļautu samazināt *Campylobacter* spp. skaitu cāļu gastrointestinālajā kanālā, nav pieejama lietošanai (Meunier, u.c., 2016b). Taču nesēn ASV ir patentēta vakcīna, kuras iedarbības rezultātā broilercāļi tika pakļauti ToxC-GT glikokonjugāta iedarbībai, būtiski samazinot *Campylobacter* spp. skaitu putnu aklajās zarnās. Vakcīnas paredzētā izmantošana ir barības piedevas veidā, vai arī tās tiešā izbarošana broilercāļiem (Szymanski & Nothaft).

Pašlaik turpinās vairāki pētījumi ar citiem vakcīnu veidiem, kuru iedarbība vērsta uz *Campylobacter* flagelīnu, ārējās membrānas proteīnu, periplazmisko proteīnu, piestiprināšanās un kolonizācijas proteīnu CadF, FlpA, CmeC, Dsp iedarbību, kā arī citu ierosinātāja struktūru darbību traucējumu izraisīšanu.

Piedevas barībai vai dzeramajam ūdenim

Barības vai ūdens piedevu galvenā funkcija ir samazināt *Campylobacter* spp. augšanu broilercāļos un galvenokārt izšķir divas piedevu kategorijas ar dažādu iedarbības virzienu:

- ✓ Organiskās skābes, kuras modificē pH, inhibējot *Campylobacter* spp. augšanu;
- ✓ Citas piedevas, kas ietekmē gremošanas funkcijas kā komplekso savienojumu degradāciju, gļotādas viskozitāti un zarnu motoriku;

Organiskās skābes (galvenokārt pienskābe un etiķskābe) tika plaši izmantotas broilercāļu kolonizācijas samazināšanai ar salmonellām, un it īpaši samazinot salmonellu izplatību lopbarībā. Pētījumu par organisko skābju ietekmi uz broilercāļu kolonizāciju ar *Campylobacter* ir maz. Organisko skābju – pienskābes un etiķskābes – pielietošana kā piedevu barībai vai ūdenim *in vivo* un *in vitro* uzrādīja ierobežotu efektivitāti uz broilercāļu kolonizāciju ar *Campylobacter* spp. (Chaveerach, Keuzenkamp, Urlings, Lipman, & van Knapen, 2002), (Heres, Engel, Urlings, Wagenaar, & van Knapen, 2004).

Skābju pievienošana ūdenim samazina to pH, kas ierobežo *Campylobacter* spp. augšanu. Skudrskābes, etiķskābes, propionskābes un sāļsskābes pievienošana ūdenim bija efektīva *Campylobacter* augšanas nomākšanai, nodrošinot pH samazināšanos līdz pat pH 4,0. Kombinēto organisko skābju preparātu lietošana (skudrskābes 2,0% kombinācijā ar nātrija sorbātu) novērsa *C. jejuni* kolonizāciju cāļos (Hermans, u.c., 2010). Komerčiāli ražoti preparāti kā Selko[®], 4Health, Selko, (Nīderlande), kuru sastāvā ietilpst organiskās skābes, uzrādīja būtisku *Campylobacter* skaita samazinājumu aklajā zarnā pēc 35 (no 3,84 log KVV/g kontrolei līdz 2,46 log KVV/g pēc apstrādes) un 42 (6,25 log KVV/g līdz 1,99 log KVV/g) dienām (Jansen, Reich, & Klein, 2014), (Skanseng, u.c., 2010). Arī askorbīnskābes izmantošana samazināja broilercāļu kolonizāciju ar *Campylobacter* spp. <1 log KVV/g (Khaksefidi & Rahimi, 2005).

Īso virkņu taukskābju izmantošanas rezultāti bija dažādi, un galvenokārt tās neuzrādīja efektivitāti *Campylobacter* spp. skaita samazināšanai. 0,7 % kaprīliskābes iedarbības rezultātā *Campylobacter* skaits broilercāļu aklajās zarnās samazinājās par 3-4 log KVV/g (de los Santos, u.c., 2009). Citā pētījumā, eksperimentāli inficējot broilercāļus 3 dienas pirms kaušanas, karpīliskābes un kaprīnskābes pret *Campylobacter* spp. vērsta

antimikrobiālā iedarbība netika konstatēta. Atbildes reakcijas trūkumu saistīja ar gļotādas radīto aizsargefektu, kas kavēja vielu iedarbību.

Visizteiktākā efektivitāte, ar 6-7 log KVV/g *Campylobacter* spp. skaita samazināšanos konstatēta, pielietojot monokaprīnu. Savukārt citas taukskābes broilercāļu zarna gļotādā un mikrobioloģiskajās barotnēs *in vitro* uzrādīja nenozīmīgu efektu (Hilmarsson, Thormar, Thrainsson, & Gunnarson, 2006), (Van Deun, Haesebrouck, Van Immerseel, Ducatelle, & Pasmans, 2008).

Daudzsološi rezultāti iegūti, izmantojot dzelzs tirozīnu (L-tirozīns un Fe(III)), kas ietilpst TYPLEX® Chelate preparātā sastāvā. Tā piedeva broilercāļu barībai (0,05 un 0,20 g/kg) nodrošināja *C. jejuni* skaita samazināšanos aklajā zarnā līdz 2 log KVV/g. *Campylobacter* spp. skaita samazināšanās tika sasniegta pat 42 dienu vecos broilercāļos (Khattak, u.c., 2018). Šis ierosinātāja skaita samazinājums aklajā zarnā tiek uzskatīts par pietiekošu, lai samazinātu kontaminētās broilercāļu gaļas radītos riskus patērētājiem (Rosenquist, Nielsen, Sommer, Norrung, & Christensen, 2003), (EFSA, 2011).

Citas piedevas

Fermentēto piena produktu izēdināšana broilercāļiem (raugi, pienskābes baktērija, etiķskābes baktērijas) sniedza *Campylobacter* spp. skaita samazināšanos par 6-7 log KVV/g, kam par iemeslu bija zarnu kolonizācijas novēršana (Zacconi, Scolari, Vescovo, & Sarra, 2003), (Chemaly, Lalande, Quesquiner, Amelot, & Fravallo, 2007).

In vitro pret *Campylobacter* spp. antimikrobiālo iedarbību uzrādīja augu izcelsmes savienojumi: anetols, karvakrols, cinnamaldehyds, kurkumīns, citrāls, eigenols, timols un vanilīns (Ravishankar, Zhu, Law, Joens, & Friedman, 2008). Sēra organiskie savienojumi bija iedarbīgākie pret *Campylobacter* spp. salīdzinājumā ar fenola savienojumiem. 25 µl ķiploku ekstraktu saturošā barotnē, inkubējot vienu dienu pie 35°C, dzīvotspējīgas *Campylobacter* spp. šūnas netika noteiktas pie sākuma *Campylobacter* spp. koncentrācijas 7,59 log KVV/ml (Lu, u.c., 2011). Ierosinātājs bija jutīgs pret dažādu augu ekstraktu iedarbību, ieskaitot baziliku, sarkano piparu, kanēļa mizu, krustnagliņu, ķiploku, lauru lapu, citronu, citronzāli, citronu mirtu, mandarīnu, rūgto un saldo apelsīnu, raudeni, rozmarīnu, salviju un timiānu (Navarro, Stanley, Cusack, & Sultanbawa, 2015).

Uz augu proteīniem balstīta ēdināšana deva zemu, bet nosakāmu (0,9-1,4 log KVV/g) broilercāļu kolonizācijas samazināšanos ar *Campylobacter* spp. (Udayamputhoor, u.c., 2003).

4. KAUŠANAS OPERĀCIJU IETEKME UZ BROILERCĀĻU LIEMEŅU KONTAMINĀCIJU AR *CAMPYLOBACTER* SPP.

Ja broilercāļu novietne ir kolonizēta ar *Campylobacter* spp., ierosinātāja šūnu skaits putnu aklajā zarnā ir ļoti augsts, sasniedzot 5-8 log KVV/g. Pierādīts, ka broilercāļu liemeņu kontaminācija ar *Campylobacter* spp. pēc kaušanas operāciju veikšanas ir atkarīga no tā koncentrācijas aklajā zarnā, un jo lielāks ierosinātāja šūnu skaits, jo lielāka liemeņa kontaminācijas iespējamība (Stern & Robach, 2003). Broilercāļu gremošanas kanāla, un it īpaši, aklās zarnas, kolonizācijas samazināšana ar *Campylobacter* spp. palielinātu iespējamību izvairīties no liemeņu kontaminācijas, kas novērstu ierosinātāja nokļūšanu pārtikas ķēdē un tā ietekmi uz sabiedrības veselību (Rosenquist, Sommer, Nielsen, & Christensen, 2006), (Reich, Atanassova, Haunhorst, & Klein, 2008), (Seliwiorstow, u.c., 2016).

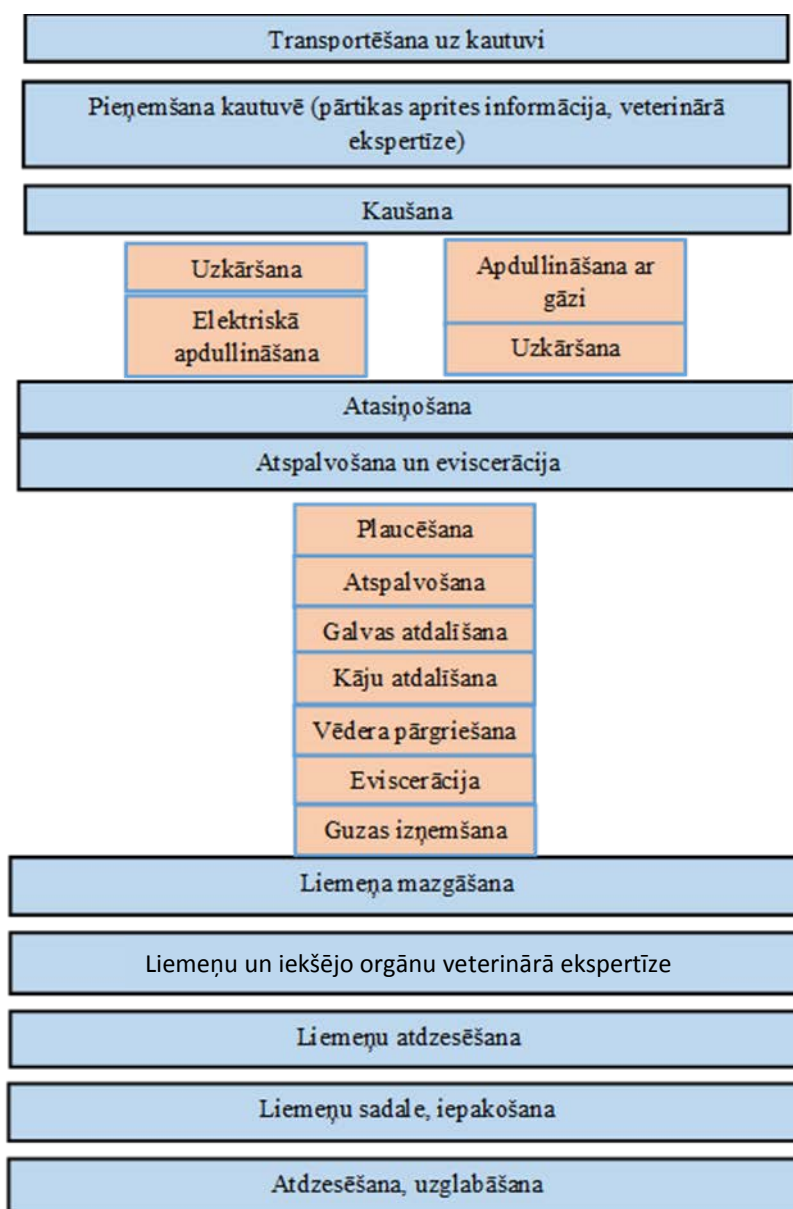
Iepriekš veiktie pētījumi ES līmenī atklāja būtiskas atšķirības ar *Campylobacter* spp. kontaminētu broilercāļu liemeņu sastopamībā starp ES valstīm. Arī uz broilercāļu liemeņiem esošais *Campylobacter* spp. skaits bija dažāds kautuvēs, kur tika nokauts līdzvērtīgs ar ierosinātāju kontaminētu broilercāļu skaits. Šie novērojumi liecina, ka pastāv atšķirības starp kautuvēm, kā tās spēj novērst vai samazināt broilercāļu liemeņu kontamināciju ar *Campylobacter* spp. Kaušanas jaudai nebija ietekmes uz broilercāļu liemeņu kontamināciju ar *Campylobacter* spp., norādot, ka kontaminācija ar ierosinātāju kautuvēs ar dažādām jaudām norit pēc līdzīga principa (EFSA, 2010b).

Identificētās atšķirības starp *Campylobacter* spp. sastopamību liemeņos dažādās kautuvēs var skaidrot ar kaušanai piegādātu dzīvnieku statusu: ar ierosinātāju kolonizētie cāļi tiek kauti noteiktās kautuvēs, ietekmējot *Campylobacter* spp. sastopamību liemeņos kopumā. Atzīmēts, ka kautuves, kuras ietilpst putnu audzēšanas uzņēmuma struktūrā ar nobarojamo putnu novietnēm, kauj cāļus ar zemāku *Campylobacter* spp. izplatību, jo lielākais uzsvars preventīvo pasākumu izstrādē ierosinātāja izplatības samazināšanai tiek likts primārās ražošanas līmenī, ieskaitot stingru biodrošības noteikumu ievērošanu.

Pastāv viedoklis, ka pilnībā novērst *Campylobacter* spp. izplatību broilercāļu novietnēs nav iespējams, uzsverot nepieciešamību veikt preventīvos pasākumus kautuvēs ierosinātāja izplatības samazināšanai. Šādām intervencēm jābūt mērķētām uz specifiskiem kaušanas posmiem, kuriem ir visbūtiskākā ietekme uz broilercāļu liemeņu kvantitatīvo kontamināciju ar *Campylobacter* spp. (European Commission Directorate-General for Health and Food Safety, 2017).

Broilercāļu liemeņu atšķirīgais kontaminācijas raksturs dažādās kautuvēs liecina, ka liemeņu kontaminācijas avoti ir konkrētam uzņēmumam specifiski. Viens no iemesliem ir dažādi kaušanas un apstrādes līniju aprīkojuma parametru uzstādījumi. Novirzes *Campylobacter* spp. skaita samazinājumā vai palielinājumā starp dažādām cāļu partijām kautuves ietvaros norāda uz procesu kontroles trūkumu vai dažādu pieeju to veikšanai. Detalizētākai analīzei nepieciešams plašāks kaušanai paredzēto broilercāļu partiju raksturojums, operatoru un apstrādes operāciju raksturojums, kā arī higiēnas analīze katrā kautuvē (Pacholewicz, u.c., 2015).

Kopumā standartizēts putnu kaušanas process sastāv no putnu izlādēšanas no transportlīdzekļa, uzkāšanas uz āķiem, kaušanas, plaucēšanas, atspalvošanas, eviscerācijas, mazgāšanas, atdzesēšanas un iepakojšanas operācijām (4.1. att.).



4.1. att. Standartizēta putnu kaušanas procesa shēma

Daži kaušanas procesa tehnoloģiskie risinājumi ir saistīti ar paaugstinātu vai samazinātu *Campylobacter* spp. skaitu uz broilercāļu liemeņiem. **Par riska faktoriem broilercāļu liemeņu kontaminācijai ar ierosinātājiem atzīti apdullināšana, zema plaucēšanas temperatūra, nekvalitatīva atspalvošana, kloākas atgriešana un eviscerācijas iekārtu darbība** (Seliwiorstow, u.c., 2016). Ar *Campylobacter* spp. paaugstinātu sastopamību uz liemeņiem saistīti riska faktori var būtiski atšķirties starp dažādām kautuvēm, kā arī starp valstīm.

4.1. BROILERCĀĻU TRANSPORTS UZ KAUTUVI

Broilercāļu krātiņi kā kontaminācijas avots ar *Campylobacter* spp.

Broilercāļu transportēšanas sākuma etaps ir putnu sagatavošana transportēšanai, kam seko ķeršana, iekraušana transportlīdzeklī un transportēšanas uz kautuvi. Sagatavojot broilercāļus kaušanai, tiem jāpiedzīvo stress, kas ne tikai ietekmē gaļas kvalitāti, bet arī liemeņu mikrobioloģisko piesārņojumu. Dažas stundas pirms kaušanas un pirms broilercāļu iekraušanas transportlīdzeklī putnu barošana tiek pārtraukta. Broilercāļiem arī nav pieejams ūdens, tos transportējot.

Ar *Campylobacter* spp. inficētie broilercāļi, kuri pārnēsā ierosinātāju aklajā zarnā, ir kontaminācijas avots kautuvēm. Putnu pēdu vai spalvu kontaminācija ar izkārnījumiem, kuros lielā skaitā ir sastopams ierosinātājs, var būtiski ietekmēt liemeņu kontamināciju ar *Campylobacter* spp. (Seliwiorstow, u.c., 2016).

Broilercāļu kontaminācija un kolonizācija ar *Campylobacter* spp. būtiski palielinās, sagatavojot putnus transportēšanai: ķerot un ievienojot krātiņos (Slader, u.c., 2002). Transportēšanas laikā transportlīdzeklis, broilercāļu spalvas, pēdas un kloāka tiek pārklātas ar svaigi izdalītajiem izkārnījumiem, palielinot kontaminācijas iespējamību starp putniem. Transportlīdzeklis un transportēšanas krātiņi var kļūt par papildu broilercāļu kontaminācijas avotu starp dažādām putnu partijām novietnē vai arī pat starp dažādām novietnēm.

Campylobacter spp. koncentrācija zarnu trakta saturā pēc transportēšanas palielinās, veicinot ierosinātāja izplatību (Stern, Clavero, Bailey, Cox, & Robach, 1995). Jāņem vērā arī transportēšanas apstākļi, jo, pārvadājot cāļus uz cietām, viengabalainām grīdām, putni būs vizuāli netīrāki, it īpaši krūšu spalvas un pēdas, salīdzinājumā ar putniem, kuri tika pārvadāti uz režģu grīdām (Buhr, Cason, Dickens, Hinton, & Ingram, 2000). Vizuāli netīrākie broilercāļi būs arī biežāk kontaminēti ar *Campylobacter* spp. tā augstās sastopamības inficēto putnu zarnu saturā dēļ.

Transports uz kautuvi, kā arī atrašanās krātiņos un papildu stress putnu pārblīvības dēļ, veicina fekālijās, uz ādas vai spalvām esošo *Campylobacter* spp. izplatību jau kautuves vidē. Kontaminācijai ar ierosinātāju tiek pakļauti arī putni, kuri kaušanai tiks piegādāti vēlāk (Stern, u.c., 2001b), (Whyte, Collins, McGill, Monahad, & O'Mahony, 2001). *Campylobacter* spp. variants, kas tika izolēts no vienas broilercāļu partijas fekālijām, vēlāk tika atklāts citu putnu partiju liemeņos (Arsenault et al., 2007). Šis konstatējums pierāda, ka broilercāļu koncentrēšana kautuvēs sekmē palielinātu to liemeņu kontamināciju ar *Campylobacter* spp. darba dienu beigās, aktualizējot pārdomātas kaušanas loģistikas nepieciešamību.

Broilercāļos esošie *Campylobacter* spp. varianti var piesārņot arī kaušanas un liemeņu pārstrādes līnijas, veicinot krustenisko kontamināciju starp dažādām putnu partijām. Šī apstākļa dēļ uz broilercāļu liemeņiem esošām *Campylobacter* spp. piemīt izteikta ģenētiskā daudzveidība, un putnos kolonizējošā ierosinātāja ģenētiskais profils var neatbilst liemeņu izolātu raksturojumam. Ierosinātājs var tikt pārnests arī uz kampilobaktēriju-brīvām broilercāļu partijām. *Campylobacter* spp. ir izolēts no iepriekš negatīviem broilercāļiem, pēc kontaminācijas no transportēšanas krātiņiem, kurus izmantoja kampilobaktēriju-pozitīvo putnu pārvadāšanai. Kontaminācija no

transportēšanas krātiņos esošām spalvām ir būtisks faktors ierosinātāja izplatībai (Newell, u.c., 2001), (Berrang, Northcutt, Fletcher, & Cox, 2003).

Kā ārējā kontaminācija, *Campylobacter* spp. ir izolētas no kampilobaktēriju negatīvajām novietnēm (galva <20 KVV/cm², krūts 4 KVV/cm²), taču netika izolēts no kuņģa-zarnu trakta, kas liecinātu par kontamināciju. Pati par sevi kastu mazgāšana nav efektīva *Campylobacter* spp. kontaminācijas iznīcināšanai, un paraugu noņemšana (ieteicams 1600 cm²) pirms putnu ielādēšanas ļauj izdarīt secinājums par procesa kvalitātes norisi. Svarīgs arī laiks starp mazgāšanu un dezinfekciju, jo kastu žūšana ļauj radīt papildus inhibējošu efektu uz *Campylobacter* spp. Var rasties nepieciešamība izvērtēt dezinfekcijas līdzekļa efektivitāti, kā arī tīrīšanas un mazgāšanas režīma norisi (Rasschaert, Houf, & De Zutter, 2007).

Putnu izkraušana uz konveijera lentes var ietekmēt *Campylobacter* spp. izplatību. Plašāk izmantota konteineru sistēma, kad kontainers tiek apgāzts, izkraujot putnus uz kaušanas līnijas, var radīt papildus putnu kontamināciju. Šī operācija putniem rada papildu stresu, tādējādi arī pastiprinātu defekāciju, un kopā ar putniem uz konveijera nokļūst arī konteinerā esošās fekālijas, radot papildus kontamināciju. Savukārt putnu transportēšanas sistēma ar putnu krātiņiem rada mazāku kontamināciju ar *Campylobacter* spp. Putnu krātiņi ir izvietoti metāla moduļos, no kuriem tie tiek manuāli izņemti, un putni izkrauti uz konveijera lentes speciālajā nodalījumā, tālāk tos uzkarinot uz kaušanas līnijas, novēršot izkārnījumu un citu kontaminantu nokļūšanu kautuves vidē (Rasschaert, Houf, & De Zutter, 2007).

4.1.1. tabula

Broilercāļu transportēšanas ietekme uz to kolonizāciju ar *Campylobacter* spp.

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Broilercāļu kolonizācija ar <i>Campylobacter</i> spp. transportēšanas laikā	Pierādīts, ka negatīvās broilercāļu novietnes var kļūt pozitīvas pēc transportēšanas. Broilercāļu spalvu kontaminācija ar ierosinātāju pēc transportēšanas.	(Rasschaert, Houf, & De Zutter, 2007)
Transportēšanas kastes kā <i>Campylobacter</i> spp. avots	Ierosinātājs izolēts no krātiņiem, kuras tika mazgātas un dezinficētas. Intensīvāka to izmantošana darba dienā (vairāk nekā vienu reizi) deva ļoti augstu "kampilobaktēriju pozitīvo krātiņu" prevalenci kautuvē (pat 85%).	(Hansson, Ederoth, Andersson, Vagsholm, & Olsson Engvall, 2005)
<i>Campylobacter</i> spp. izdzīvošana transportēšanas kastēs	Transportēšanas krātiņi bija kampilobaktēriju pozitīvi pēc mazgāšanas un dezinfekcijas, kā arī pēc 12 h žāvēšanas.	(Rasschaert, Houf, & De Zutter, 2007)

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Transportēšanas laiks var ietekmēt <i>Campylobacter</i> spp. pozitīvo cāļu sastopamību	Cāļu turēšana kastēs līdz 2 h neizraisīja kloāku kontamināciju, tikmēr cāļu turēšana 4 h rezultējas, ka 1 no 20 cāļiem kļuva kampilobaktēriju pozitīvs.	(Slader, u.c., 2002)
<i>Campylobacter</i> spp. krātiņos kā produkcijas kontaminācijas avots	No krātiņiem izolētie <i>Campylobacter</i> spp. celmi bija bieži izolēti pēc kaušanas un eviscerācijas no gatavās produkcijas.	(Newell, u.c., 2001)
Putnu transportēšanas sistēmas ietekme uz broilercāļu kontamināciju ar <i>Campylobacter</i> spp.	Transportēšanas sistēma ar plastmasas, manuāli izvietojamiem krātiņiem rada mazāku broilercāļu liemeņu piesārņojumu salīdzinājumā ar konteineru sistēmu – $1,7 \pm 1,3$ log KVV/g pret $3,1 \pm 1,4$ log KVV/g.	(Seliwiorstow, u.c., 2016)

4.2. SPECIFISKIE PASĀKUMI *CAMPYLOBACTER* SPP. IZPLATĪBAS MAZINĀŠANAI PIRMS KAUŠANAS

Barības un ūdens pieejamība pirms broilercāļu kaušanas

Laiks, kuru broilercāji pavada transportlīdzeklī pirms nokaušanas, būtiski atšķiras starp Eiropas valstīm. Šo apstākli ietekmē novietnes attālums līdz kautuvei un kaušanas procesa organizācija kautuvēs. Barības un ūdens nepieejamība (vismaz transportēšanas laikā) tiek plaši praktizēta, lai samazinātu gremošanas trakta pildījumu un defekāciju transportēšanas posmā (Northcutt, Buhr, Berrang, & Fletcher, 2003). Pēc pārāk īsa badināšanas perioda zarnu trakts ir palielināts izmēros un noapaļots, jo pilns ar barības masām. Šajos gadījumos zarnu trakts var plīst un kontaminēt liemeni. Arī pārāk garš periods (>14h) ietekmē eviscerācijas kvalitāti, jo samazinās zarnu sienīšus izturība un tās viegli plīst (Bilgili, 1988). Barības un ūdens ierobežošanas periods no 9 līdz 12 h atzīts par optimālu, jo zarnas ir tukšas un kompakti izvietotas, tāpēc tās plīsumu un satura noplūdes radītā ietekme ir minimāla (Northcutt, Buhr, Berrang, & Fletcher, 2003). 12 h badināšanas periods atbilst arī ES regulējumam, tāpēc barības ierobežošana, ņemot vērā transportēšanu un pirmskaušanas turēšanu, var samazināt *Campylobacter* spp. izplatību liemeņos (Seliwiorstow, u.c., 2016). Jāatzīmē, ka, īstenojot šo praksi, jāvērtē arī dzīvnieku labturība, kā arī tādi ekonomiskie aspekti kā broilercāļu liemeņu svara zudums un gaļas kvalitātes izmaiņas (Delezie, Swennen, Buyse, & Decuyper, 2007).

Guzas iztukšošanās, kas rodas badināšanas dēļ, samazina pienskābes baktēriju aktivitāti, kas savukārt veicina pH paaugstināšanos. Paaugstināts pH guzā nenovērš enterālo patogēnu, arī *Salmonella* un *Campylobacter* spp. iekļūšanu broilercāļos, veicinot to organismu kolonizāciju (Hinton, Buhr, & Ingram, 2000a). Izmēģinātas dažādas metodes pH samazināšanai, kas vienlaikus palīdz reducēt guzas kontamināciju ar

Campylobacter spp. Metožu mērķis ir samazināt patogēno mikroorganismu augšanu un veicināt normālās mikrofloras attīstību, pievienojot organiskās skābes dzeramajam ūdenim, lietojot ogļhidrātiem bagātu šķidro barību, vai specifisku ēdināšanu (graudus) pirms badināšanas uzsākšanas (Farhat, u.c., 2002), (Delezie, Zoons, Buyse, & Decuyper, 2006), (Nijdam, Lambooi, Nabuurs, Decuyper, & Stegeman, 2006), (Northcutt, Buhr, Berrang, & Fletcher, 2003), (Rathgeber, MacIsaac, & MacKenzie, 2007). Dažādu piedevu, arī pienskābes, pievienošana dzeramajam ūdenim badināšanas periodā vai arī tādas barības izmantošana, kas rada guzā skābu vidi, palīdz samazināt broilercāļu kontamināciju ar *Campylobacter* spp., tomēr tam nav ietekmes uz aklās zarnas kolonizāciju ar kampilobaktērijām (FSIS/USDA, 2008).

Putnu kaušana pēc 8-12 stundu badināšanas rekomendēta kā optimāls risinājums liemeņa kontaminācijas mazināšanai ar zarnu trakta saturu (Rathgeber, MacIsaac, & MacKenzie, 2007), (FAO/WHO, 2009).

Broilercāļu krātiņu tīrīšana un dezinfekcija

Campylobacter spp. izplatību var ietekmēt ne tikai broilercāļu transportēšanas un izlādēšanas veids uz kaušanas līnijas, bet arī pats transportēšanas iekārtu un arī krātiņu dizains.

Eiropā plaši izmantota modulārā sistēma, kad putni ievietoti polipropilēna krātiņos ar daudzām atverēm ventilācijai. Šāds krātiņu dizains var apgrūtināt to tīrīšanas un dezinfekcijas kvalitāti, jo tie var palikt kontaminēti ar fekālijām no *Campylobacter*-pozitīviem ganāmpulkiem arī pēc apstrādes. Broilercāļi no neinficētām novietnēm var tikt pakļauti ārējai kontaminācijai no krātiņiem to transportēšanas posmā, kā rezultātā liemeņos var konstatēt kontamināciju ar *Campylobacter* spp.

Moduļu un krātiņu sistēmas mazgātas pēc katras putnu grupas, lai samazinātu krustenisko kontamināciju starp putnu partijām, kā arī novērstu piesārņojuma izplatīšanos tālāk kautuvē (Allen, u.c., 2008b). Transportēšanas krātiņu mazgāšana un dezinfekcija tiek veikta automatizēti pēc to izmantošanas, taču vēlams antimikrobiālais efekts uz ierosinātāju var netikt sasniegts pilnībā. Konstatēts, ka transportēšanas krātiņu mazgāšana ar ūdeni un dezinfekcijas līdzekli palīdz tikai daļēji samazināt *Campylobacter* spp. izplatību, un transportkrātiņu kontaminācija ar ierosinātāju pirms un pēc dezinfekcijas bija 5,6-6,9 log KVV un 2,9-5,7 log KVV (Allen, u.c., 2008b).

Grūtības nodrošināt atbilstošas efektivitātes transportēšanas krātiņu tīrīšanu un dezinfekciju ir saistīta ar to, ka putnu kautuvēs izmantotās sistēmas nav efektīvas tādu netīrumu kā dubļi un augsnes daļiņu noskalošanai. Krātiņos ir daudzas nišas organiskā materiāla un mikrobiālā piesārņojuma uzkrāšanai, un ilgtermiņa lietošanas rezultātā, transportēšanas krātiņu virsmas tiek saskrāpētas vai citādi mehāniski bojātas, kas vēl vairāk veicina netīrumu uzkrāšanos. Visi iepriekš minētie faktori var veicināt bioplēvju veidošanos uz transportēšanas krātiņu virsmas, nodrošinot persistentu kontaminācijas avotu (Corry, Allen, Hudson, Breslin, & Davies, 2002), (Hansson, Ederoth, Andersson, Vagsholm, & Olsson Engvall, 2005). Situāciju pasliktina arī krātiņu tīrīšanas sistēmas, jo mazgāšanas cikls parasti nav pietiekošs to efektīvai apstrādei.

Efektīva krātiņu mazgāšana un dezinfekcija palīdz samazināt krustenisko kontamināciju starp *Campylobacter* spp. pozitīviem un negatīviem broilercāļu ganāmpulkiem, novēršot to tiešo un netiešo kontaktu un inficēšanos. Atbilstoša

mazgāšana palīdz samazināt kautuves vides, un līdz ar to arī gala produkcijas kontamināciju ar ierosinātāju.

4.2.1. tabula

Transportēšanas krātiņu mazgāšanas un dezinfekcijas ietekme uz broilercāļu kolonizāciju ar *Campylobacter* spp.

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Neefektīva transportēšanas krātiņu tīrīšana un dezinfekcija	Mazgāšanas un dezinfekcijas cikls var būt neefektīvs, un <i>Campylobacter</i> spp. skaita samazinājums var būt nebūtisks. Nav sakarības starp krātiņu mazgāšanas efektivitāti un vizuālo tīrību. Multipli ierosinātāja genotipi izolēti (pat 7 log KVV) pēc apstrādes.	(Allen, u.c., 2008b)
Transportēšanas krātiņu kontaminācija cilvēciskā faktora dēļ	Mazgāšanas un dezinfekcijas vielu aplikācija, vai arī krātiņu atkārtotā kontaminācija pēc mazgāšanas.	(Allen, u.c., 2008b), (Allen, u.c., 2007a)
Transportēšanas krātiņu papildu žāvēšana ļauj samazināt kontamināciju ar <i>Campylobacter</i> spp.	Papildu izmaksas un uzglabāšanas vietas trūkuma dēļ netiek īstenots.	(Allen, u.c., 2008b)

Broilercāļu pēc iespējas ātrāka kaušana un kaušanas loģistika

Cāļiem, kuri netiek kauti kautuvē kā pirmie, vai arī netika nokauti nekavējoties pēc atvešanas, paaugstināsies infekcijas risks ar *Campylobacter* spp. Par pamatu tam ir zems kaušanas līnijas piesārņojums darba dienas sākumā, jo ražošanas līnijas mazgāšana un dezinfekcija tiek veikta darba dienas beigās vai pirms darba uzsākšanas. Tāpēc kautuvju telpas un ražošanas vide būs tīrāka darba dienas sākumā, savukārt darba procesā ražošanas telpās uzkrāsies piesārņojums, kas paaugstina broilercāļu liemeņu kontaminācijas rādītājus ar *Campylobacter* spp. (Hue, u.c., 2010).

Atzīmēts, ka vērā ņemams broilercāļu skaits, kas nebija inficēts ar *Campylobacter* spp. (11,8%) pirms kaušanas, uzrādīja ierosinātāja klātbūtni pēc nokaušanas, norādot uz plašām kontaminācijas iespējām putnu kaušanas procesā. Būtiskāka loma broilercāļu savstarpējās inficēšanas novēršanai no ar *Campylobacter* spp. inficētām novietnēm ir kaušanas loģistikai, jo neinficēto cāļu partiju kontaminācija būs atkarīga no iepriekš kauto broilercāļu *Campylobacter* spp. statusa. Īpaši kontaminācijai būs pakļauti sekojošo neinficēto partiju pirmie kautie broilercāļi, taču, turpinoties kaušanai, ar lielu varbūtību ar *Campylobacter* spp. tiks kontaminēti visu cāļu liemeņi (Hue, u.c., 2011).

Atbilstoša kaušanas loģistika novērš cāļu partiju savstarpējo kontamināciju ar *Campylobacter* spp. (Johannessen, Johnsen, Okland, Cudjoe, & Hofshagen, 2007a). Īstenojot kaušanas loģistiku, ir iespējams būtiski samazināt broilercāļu liemeņu kontamināciju ar *Campylobacter* spp., taču tam ir nepieciešams noskaidrot broilercāļu novietnes *Campylobacter* statusu pirms transportēšanas uz kautuvi, kā arī rūpīga transportēšanas maršruta un transportēšanas plūsmas analīze.

Ienākošo broilercāļu kontaminācijas ar *Campylobacter* spp. raksturojums

Ar *Campylobacter* spp. inficēto broilercāļu kontaminācijas līmenis būtiski atšķiras starp broilercāļu partijām kautuvē, taču ne starp dažādām kautuvēm. Pierādīts, ka pastāv cieša sakarība starp broilercāļu infekciju ar *Campylobacter* spp. un no tiem iegūto liemeņu kontamināciju ar ierosinātāju: varbūtība izolēt *Campylobacter* spp. no liemeņiem ir 30 reizes augstāka, kaujot inficētos broilercāļus. Tāpēc broilercāļu kontaminācijas raksturojums ir svarīgs, lai samazinātu liemeņu kontamināciju ar *Campylobacter* spp. Tomēr svarīga loma ierosinātāja nokļūšanai uz liemeņiem ir industriālajam kaušanas procesam, kad pilnībā nevar novērst liemeņa un zarnu pieskaršanos un līdz ar to arī kontamināciju ar zarnu saturu un tajā esošajām *Campylobacter* spp. (EFSA, 2011).

Par agrīnu broilercāļu kolonizāciju ar *Campylobacter* spp. var liecināt ierosinātāja izolēšana no konkrētās novietnes broilercāļu fekāliju paraugiem. Būtiskas problēmas agrīnai *Campylobacter* spp. noteikšanai broilercāļu novietnē rada ierobežota infekcijas izplatība, jo nav kontaminēti visi putni, kā arī putnu mītnes zema kolonizācija (Pacholewicz, u.c., 2015). Izdaloties ar fekālijām, ierosinātājs nokļūst uz spalvām kā ārējā kontaminācija, radot krusteniskās kontaminācijas riskus. Pirms kaušanas ierosinātāja klātbūtne konstatēta uz spalvām, kā arī zarnu traktā – aklajā un divpadsmit pirkstu zarnā, taču būtiska sakarība starp *Campylobacter* spp. skaitu aklās zarnas un krūšu spalvu paraugos nav konstatēta. Savukārt ierosinātāja skaits divpadsmit pirkstu zarnā bija būtiski zemāks nekā aklajā zarnā, taču tam nebija ietekmes uz krūšu ādas paraugu kontamināciju. Liemeņa kontamināciju ar *Campylobacter* spp. būtiski ietekmēja spalvu piesārņojums, jo tam bija tieša ietekme uz krūšu ādas piesārņojumu ar ierosinātāju pēc atasiņošanas un plaucēšanas.

4.2.2. tabula

Broilercāļu kontaminācijas ar *Campylobacter* spp. raksturojums

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
Broilercāļu zarnu un spalvu kontaminācija ar ierosinātāju	Broilercāļos <i>Campylobacter</i> spp. kolonizācija var sasniegt aklajā zarnā no 7,99 – līdz 9,71 log KVV/g; divpadsmit pirkstu zarnā 1,70-6,26 log KVV/g; spalvās – 1,42-6,80 log KVV/g.	(Seliwiorstow, Bare, Van Damme, Uyttendaele, & De Zutter, 2015)
Spalvu kontaminācija ar <i>Campylobacter</i> spp.	Būtiski krūšu ādas kontaminācijai pēc atasiņošanas un plaucēšanas. Ārējā broilercāļu kontaminācija pirms ielādēšanas transportlīdzeklī var pārsniegt 6 log KVV/g	(Seliwiorstow, Bare, Van Damme, Uyttendaele, & De Zutter, 2015),

Joprojām *Campylobacter* spp. izplatības samazinājums broilercāļu novietnēs nobarošanas periodā ir izaicinājums (Wagenaar, French, & Havelaar, 2013). Turklāt lielāks patērētāju infekcijas risks ir saistīts ar kvantitatīvu broilercāļu gaļas kontamināciju ar *Campylobacter* spp. nekā ar ierosinātāja klātbūtni kā tādu (Nauta, u.c., 2009b). *Campylobacter* spp. kontaminācijas samazināšana kaušanā un tālākās apstrādes laikā ir viens no pasākumiem, kurš tiek uzskatīts par praktisku un efektīvu ierosinātāja kontroles

pasākumu. Sagaidāms, ka kvantitatīvu piesārņojumu ar *Campylobacter* spp. var samazināt, optimizējot kaušanas tehnoloģiju, kā arī pilnveidojot ar higiēnu saistītos faktoros (Habib, u.c., 2012).

4.3. KAUTUVES VIDES KONTAMINĀCIJA AR *CAMPYLOBACTER* SPP. UN KRUSTENISKĀS KONTAMINĀCIJAS IESPĒJAS

Campylobacter spp. var saglabāties ražošanas vidē, un tā izdzīvošana kautuves telpās ir atkarība no ierosinātāju sugas, kā arī izolāta īpašībām. Dažādu vecuma putnos ir pārstāvētas atšķirīgas *Campylobacter* sugas. Cāļos, it īpaši neilgi pirms kaušanas vecuma sasniegšanas, dominē *C. jejuni*, bet brīvi turētos cāļos, dējējvistās un atražošanai izmantotos (māšu ganāmpulkā) cāļos un vistās galvenokārt konstatē *C. coli* (Wieczorek, Denis, & Osek, 2015), (Prachantasena, u.c., 2016). Uzskatīts, ka *C. coli* vairāk pakļauts kautuves faktoru iedarbībai, līdz ar to mazāk izturīgs kautuves vidē. Tomēr *C. coli* līdzīgi *C. jejuni* var izdzīvot kautuvē pēc tīrīšanas un dezinfekcijas (Peyrat, Soumet, & Maris, 2008), (Garcia-Sanchez, Melero, Jaime, Hanninen, & Rovira, 2017).

Kontaminēts aprīkojums un darba virsmas, kā arī ierosinātāja cirkulācija ar ūdens un gaisu palielina *Campylobacter*-negatīvo broilercāļu liemeņu kontamināciju. Ap 50% kautuvju atspalvošanas un eviscerācijas zonu vides paraugu bija *C. jejuni*-pozitīvi. Visbiežāk *Campylobacter* spp. bija konstatēti paraugos no atspalvošanas un eviscerācijas telpām, kaušanas izlietnēm un konveijera lentēm, apstiprinot *Campylobacter* spp. plašu izplatību kautuves vidē (Sasaki, u.c., 2013).

Augsta kautuves aprīkojuma kā izlietņu kontaminācija, kurām nav tieša kontakta ar cāļu liemeņiem vai subproduktiem, bet kalpo tikai personāla roku mazgāšanai, norāda uz aerosola tipa izplatību, kad ierosinātājs tiek izplatīts ar gaisu, kurā atrodas arī ūdens pilieni, pārstrādāto produktu daļiņas un ierosinātājs (Allen, u.c., 2007). Ar *Campylobacter* kontaminēto gaisa cirkulāciju atklāja visās kautuves telpās, sākot no putnu uzkaršanas uz kaušanas līnijas līdz atdzesēšanas telpām. Vislielākā *Campylobacter* spp. daudzveidība konstatēta pēc automatizēto pārstrādes posmu noslēgšanas un manuālās apstrādes uzsākšanas. Kautuves gaisā *Campylobacter* spp. var izdzīvot 8 h (Kurdirkiene, u.c., 2011).

Ar ierosinātāju kontaminētas bija metāla, kā arī plastmasas konveijera lentes kautuves tīrajā un netīrajā zonā (Kurdirkiene, u.c., 2011). Augsta kontaminācija konstatēta uz āķiem (41,8%) un konveijera lentēm (87,9%). *Campylobacter* spp. tika izolēti no atspalvošanas un eviscerācijas iekārtām arī pēc mazgāšanas un dezinfekcijas, kas ir saistīts ar iekārtu dizainu un šo iekārtu apgrūtinātu apkopi (Peyrat M., Soumet, Maris, & Sanders, 2008). *Campylobacter* spp. izolēti arī no plaucējamā ūdens, radot piesārņojuma avotu broilercāļu liemeņiem.

Mazgāšana un dezinfekcijas ietekmē *Campylobacter* izplatību putnu kautuvēs, un, kontrolējot pozitīvo ganāmpulku kaušanas higiēnu, paraugos, noņemtos pirms kaušanas un pēc dezinfekcijas, konstatēja *C. jejuni* klātbūtni (10/15, 66,6%). Konstatēta arī *C. coli* klātbūtne. Pēc 4-6 h no kaušanas uzsākšanas 2 no 7 paraugiem bija *Campylobacter*-pozitīvi un darba dienas beigās (7-8 h no kaušanas uzsākšanas) *C. jejuni* identificēti 2 no 6 paraugiem (Kurdirkiene, u.c., 2011).

Norvēģijā konstatēti, ka kautuves vides kontaminācijas pakāpe ar ierosinātāju var ietekmēt tā izplatību: smagas kontaminācijas rezultātā *Campylobacter* spp. tika

izolēts no rīta pēc vakara tīrīšanas un dezinfekcijas. Arī pētījumos Francijā ir pierādīta *Campylobacter* spp. spēja izdzīvot uz ražošanas aprīkojuma virsmām pēc mazgāšanas un dezinfekcijas, kā arī ir pierādīta šo izolātu loma liemeņu kontaminācijā (Johnsen, Kruse, & Hofshagen, 2007). Organiskā materiāla un spalvu paliekas, kas vizuāli redzamas uz atspalvošanas iekārtu gumijas pirkstiem, pēc dezinfekcijas var veicināt ierosinātāju izdzīvošanu, un visbiežāk lietoto dezinfekcijas līdzekļu aktivitāte (putnu kautuvēs ir uz hlora un amonija bāzes un ir iedarbīgi pret *Campylobacter* spp.) būs ierobežota (Kurdirkiene, u.c., 2011), (Blaser, Smith, Wang, & Hoff, 1986), (Peyrat, Soumet, & Maris, 2008), (Buswell, u.c., 1998).

Darba virsmas veidam ir ietekme uz *Campylobacter* spp. piestiprināšanos pie tās, un līdz ar to arī iespējama bioplēvju veidošanās. Piemēram, iespēja piestiprināties gumijas pirkstiem apspalvošanas iekārtās ir būtiski zemāka nekā piestiprināšanās pie tērauda un citām virsmām (Arnold & Silvers, 2000).

4.3.1. tabula

***Campylobacter* spp. sastopamība uz iekārtām pēc to tīrīšanas un dezinfekcijas**

Kaušanas posms vai kautuves aprīkojums	<i>Campylobacter</i> spp. sastopamība	Valsts	Literatūras avots
Atspalvošanas iekārtas pirms un pēc dezinfekcijas	65% pret 14%	Francija	(Peyrat, Soumet, Maris, & Sanders, 2008)
Atspalvošanas iekārtas pirms un pēc dezinfekcijas	60% pret 54,5%	Spānija	(Garcia-Sanchez, Melero, Jaime, Hanninen, & Rovira, 2017)
Eviscerācijas iekārtas pirms un pēc dezinfekcijas	79% pret 23%	Francija	(Peyrat, Soumet, Maris, & Sanders, 2008)
Eviscerācijas iekārtas pirms un pēc dezinfekcijas	78% pret 56,4%	Spānija	(Garcia-Sanchez, Melero, Jaime, Hanninen, & Rovira, 2017)
Konveijera lentes	80% pret 14%	Francija	(Peyrat, Soumet, Maris, & Sanders, 2008)
Plaucējamais ūdens	60% pret 0%	Francija	(Peyrat, Soumet, Maris, & Sanders, 2008)
Izlietnes pirms un pēc dezinfekcijas	100% pret 20%	Spānija	(Garcia-Sanchez, Melero, Jaime, Hanninen, & Rovira, 2017)

Kaušanas posms vai kautuves aprīkojums	<i>Campylobacter</i> spp. sastopamība	Valsts	Literatūras avots
Grīdas pirms un pēc dezinfekcijas	22,7% pret 30%	Spānija	(Garcia-Sanchez, Melero, Jaime, Hanninen, & Rovira, 2017)
Tīrās zonas grīdas	1/3 (33%)	Lietuva	(Kurdirkiene, u.c., 2011)
Transportieris	1/1 (100%)	Lietuva	
Griešanas iekārta	1/1 (100%)	Lietuva	
Plaucējamaiss ūdens	28/49 (57.1%), <i>C jejuni</i> , <i>C. coli</i>		

Inficētie broilercāļi ir svarīgs avots apstrādes līnijas un liemeņu kontaminācijai. Liemeņu kontaminācija var notikt arī krusteniskās kontaminācijas rezultātā no fekālijām, spalvām vai citiem liemeņiem, vai arī netiešā veidā no iekārtām (atpalvošanas iekārtu gumijas pirksti) vai gaisa aerosolu. Dažādiem pārstrādes soļiem ir atšķirīga ietekme uz *Campylobacter* spp. kontaminācijas intensitāti, bet galvenokārt ierosinātāja skaits palielinās atpalvošanas, bet samazinās pēc plaucēšanas, mazgāšanas un atdzesēšanas laikā. Eviscerācijas efekts dažādos pētījumos bija būtiski atšķirīgs (Guerin, u.c., 2010).

Atasiņošana un apdullināšana

Apdullināšana ar elektrību bija riska faktors liemeņu kontaminācijai ar *Campylobacter* spp. Ar CO₂ apdullināto broilercāļu liemeņu kontaminācija bija 2,7-2,8 log KVV/g, kamēr ar elektrisko strāvu – 3,2-3,3 log KVV/g. Par iemeslu tam ir pastiprināta defekācija, ko izraisa apdullināšana ar elektrisko strāvu, un izkārnījumi tālākās apstrādes rezultātā tiek izplatīti uz liemeņiem. Pārstrādes posmi, kuros izmantots liels ūdens daudzums (atpalvošana, mazgāšana), veicina fekālā piesārņojuma izplatību (Warriss, Wilkins, Brown, Phillips, & Allen, 2004) (Seliwiorstow, u.c., 2016).

Atasiņošana tiek uzskatīta par sākumpunktu *Campylobacter* spp. monitoringa veikšanai, lai kontrolētu ierosinātāja izplatības dinamiku kaušanas procesā. Konstatētā broilercāļu kontaminācija bija no 1,15 līdz 4,37 log KVV/ g kautuvēs Beļģijā (Seliwiorstow, Bare, Van Damme, Uyttendaele, & De Zutter, 2015). Atasiņošanai sekojošie kaušanas posmi būtiski izmaina broilercāļu liemeņu kvantitatīvu kontamināciju ar *Campylobacter* spp.

Sakarā ar to, ka kaušanas procesa sākumposmā *Campylobacter* spp. koncentrācija neatpoguļo liemeņa kontaminācijas intensitāti, kā arī apdullināšanas līnijas uzlabojumi ir saistīti ar kaušanas līnijas pārbūvi, preventīvie pasākumi šajā posmā netiek īstenoti.

Plaucēšana

Plaucēšanas mērķis ir atvieglot atspalvošanu, paplašinot spalvu folikulus, kuri hipotētiski paliek atvērti līdz pat liemeņa atdzesēšanai. Liemeņu kontaminācija var notikt no kontaminēta plaucējamā ūdens, ja tas kontaminēts ar *Campylobacter* spp. Visbiežāk plaucēšanas posmā liemeņu kontaminācija ar ierosinātāju samazinās, kas saistīts ar plaucēšanas režīmu uzstādījumiem, jo plaucēšanas ūdens temperatūra un plaucēšanas izpilde var būtiski ietekmēt ierosinātāja izplatību (Kurdirkiene, u.c., 2011), (Keener, Bashor, Curtis, Sheldon, & Kathariou, 2004).

Augstākas plaucēšanas temperatūras iedarbībā novērots lielāks kampilobaktēriju skaita samazinājums, kas bija ļoti izteikts temperatūrai paaugstinoties virs 55°C (Hinton, Cason, Hume, & Ingram, 2004), (Guerin, u.c., 2010). Salīdzinot paaugstinātās un parastās (58°C un 55,4°C) plaucēšanas efektu, *Campylobacter* spp. skaits attiecīgi samazinājās par 40% un 20%. Neskatoties uz paaugstinātās plaucēšanas efektivitāti, tā netiek pielietota kampilobaktēriju izplatības mazināšanai, jo augstu temperatūru iedarbība ir pārāk īsa, lai samazinātu ierosinātāja skaitu uz kontaminētajām spalvām un ādas. Paaugstinātā temperatūrā apstrādātiem liemeņiem var novērot tumšu ādas krāsu, tie zaudē savu izskatu (Sams, 2001). Lai izvairītos no nevēlamās ietekmes uz broilercāļu liemeņiem, ir nepieciešams reorganizēt kaušanas procesu, pielāgojot plaucēšanas laiku un atdzesēšanu, kam nav praktiskā pamatojuma (Zhuang, Bowker, Buhr, Bourassa, & Kiepper, 2013), (Gruntar, Biasizzo, Kušar, Pate, & Ocepek, 2015). Plaucēšanas temperatūrai ūdens vannās (50,5+55°C; >55°C) bija tieša ietekme uz *Campylobacter* spp. skaitu uz broilercāļu liemeņiem pēc eviscerācijas, jo 52+55°C kampilobaktērijas, kas nokļūst plaucēšanas iekārtā no kontaminētām spalvām un ādām, izdzīvo plaucējamā ūdenī, ietekmējot kontaminācijas rādītājus pēc atspalvošanas (Seliwiorstow, u.c., 2016).

Kloākas, aklās zarnas un divpadsmit zarnu bojājumi un plīsumi arī būtiski ietekmē liemeņa kontamināciju ar *Campylobacter* spp, ierosinātājam nokļūstot plaucējamā ūdenī un tālāk izplatoties atspalvošanas procesā. Eksperimentālā broilercāļu inficēšana, ievadot kloākā 10^7 KVV/g *C. jejuni* saturošu tamponu pirms kaušanas, deva krūšu apvidus 2,7 log KVV kontamināciju (30 cm²) pēc atspalvošanas (Berrang M. , Buhr, Cason, & Dickens, 2001) (Berrang, Smith, Windham, & Feldner, 2004), (Rasschaert, Houf, Van Hende, & De Zutter, 2006), (Reich, Atanassova, Haunhorst, & Klein, 2008).

Kvantitatīvi, *Campylobacter* spp. skaita samazinājums no 4,7 līdz 1,8 log KVV/g novērots pēc atasiņošanas un pēc plaucēšanas, attiecīgi (Berrang & Dickens, 2000). Salīdzinot dažādās kautuvēs iegūtos rezultātus, konstatēts, ka atšķirības *Campylobacter* spp. skaitā starp kautuvēm pēc plaucēšanas bija 0,51 log KVV/g (Pacholewicz, u.c., 2015).

Atspalvošana

Atspalvošana ir kritisks posms broilercāļu kaušanā, kuru saista ar *Campylobacter* spp. skaita palielināšanos uz liemeņiem (Gruntar, Biasizzo, Kušar, Pate, & Ocepek, 2015), (Pacholewicz, u.c., 2015). Palielinātu liemeņu kontamināciju attiecina uz atspalvošanas iekārtu dizainu un procesa tehnisko izpildi, kad gumijas pirksti rada spiedienu uz spalvām, tās atdalot, tādējādi ierosinātājs tiek pārnesti no viena liemeņa uz citu krusteniskās kontaminācijas rezultātā (Keener, Bashor, Curtis, Sheldon, & Kathariou, 2004). Intensīva liemeņa apstrāde no ārpuses vai nepareizs atspalvošanas iekārtas

regulējums var saspīest gremošanas traktu, veicinot tā satura noplūdi uz liemeņa virsmām, paaugstinot kontamināciju ar *Campylobacter* spp.

Liemeņu kontamināciju ar ierosinātāju veicina arī aerosola veidošanās, kad ierosinātājs, ar suspendētām netīrumu, ūdens un organiskā piesārņojuma daļiņām, var izplatīties kautuves telpās, radot būtiski liemeņu un ražošanas līnijas kontamināciju (Haas, u.c., 2005) (Johnsen, Kruse, & Hofshagen, 2007). *Campylobacter* spp. ir izolēts no atspalvošanas iekārtu pirkstiem (2/3) (Kurdirkiene, u.c., 2011).

Campylobacter spp. izplatība liemeņos pēc atspalvošanas bija no 2,98 līdz 3,76 log KVV/g, kur visi izmeklētie paraugi uzrādīja ierosinātāja klātbūtni (Seliwiorstow, Bare, Van Damme, Uyttendaele, & De Zutter, 2015). Palielinājums pēc atspalvošanas sasniedza vidēji 0,39 log KVV/g, salīdzinot starp dažādām kautuvēm iegūtos rezultātus (Pacholewicz, u.c., 2015). Novērotās atšķirības *Campylobacter* spp. izplatībā starp kautuvēm norāda uz to atšķirīgām spējām kontrolēt piesārņojumu ar ierosinātāju (Seliwiorstow, Bare, Van Damme, Uyttendaele, & De Zutter, 2015).

Eviscerācija

Arī eviscerācija pieder pie kritiskiem punktiem, kur ir plašas liemeņu kontaminācijas iespējas ar ierosinātāju. Par iemeslu tam ir mehāniskais/automatizētais zarnu izņemšanas process (Corry & Atabay, 2001). Gužas bojājumi pēc galvas atdalīšanas veicina papildus liemeņa piesārņojumu ar ierosinātāju. Izpildot eviscerāciju, var plīst zarnas un ar fekālijām *Campylobacter* spp. var nokļūt uz liemeņa (Berrang, Buhr, Cason, 2000).

Pēc eviscerācijas *Campylobacter* spp. skaits uz broilercāļu liemeņiem var palielināties, vai arī pretēji tam - samazināties. *Campylobacter* spp. skaits samazinājās no 3,7 līdz 3,4 log KVV/g pētījumā ASV (Berrang & Dickens, 2000), savukārt ierosinātāja skaits palielinājies no 3,40 līdz 4,28 log KVV/g Beļģijā visās četrās kautuvēs, kurās tika veikts pētījums (Seliwiorstow, Bare, Van Damme, Uyttendaele, & De Zutter, 2015). Pastāvošās atšķirības starp kautuvēm *Campylobacter* spp. skaita palielinājuma ziņā bija pat 0,78 log KVV/g (Pacholewicz, u.c., 2015).

Atšķirības *Campylobacter* spp. izplatībā starp kautuvēm var ietekmēt kaušanas operāciju izpilde. Ierosinātāja skaita samazinājums tika panākts, veicot intensīvu liemeņu skalošanu uzreiz pēc eviscerācijas, liemeņu inspekciju vizuālā fekālā piesārņojuma noteikšanai, manuālu liemeņu skalošanu pēc ekspertīzes un noslēguma mazgāšanu pirms liemenis atstāja eviscerācijas telpas (Gruntar, Biasizzo, Kušar, Pate, & Ocepek, 2015). Sistemātiska eviscerēto liemeņu skalošana vai ar arī liemeņu preeliminārā šķirošana pēc to svara var palīdzēt samazināt to kontamināciju ar *Campylobacter* spp. (Hue, u.c., 2010).

Campylobacter spp. skaita palielinājums pēc eviscerācijas var būt palielināts uz ārējā piesārņojuma rēķina, jo tas tiešā veidā eviscerācijas procesā radīto kontamināciju neietekmē. Kopumā broilercāļu liemeņi viskontaminētākie ar ierosinātāju būs posmā pēc atspalvošanas un pēc nokļūšanas eviscerācijas telpās, kur bija konstatēts visaugstākais *Campylobacter* spp. skaits kakla ādās (Gruntar, Biasizzo, Kušar, Pate, & Ocepek, 2015).

**Kaušanas operāciju izpildes ietekme uz broilercāļu liemeņu kontamināciju ar
Campylobacter spp.**

Valsts	Kaušanas posms	Pozitīvo liemeņu skaits/ <i>Campylobacter</i> spp. skaits	Atbilstība mikrobioloģiskajiem kritērijiem	Literatūras avots
Itālija	Pēc plaucēšanas	11,1%	<3,0 log (80%), 3,0-4,0 log (20,0%)	(Althaus, Zweifel, & Stephan, 2017)
	Pēc atspalvošanas	42,2%	<3,0 log (44,7%), 3,0-4,0 log (47,4%), 5,0-6,0 log (7,9%)	
	Pēc eviscerācijas	41,1%	<3,0 log (37,8%), 3,0-4,0 log (45,9%), 4,0-5,0 log (16,2%)	
	Pēc mazgāšanas	23,3	<3,0 log (61,9%), 3,0-4,0 log (38,1%), 4,0-5,0 log (0%)	
	Pēc atdzesēšanas	27,8%	<3,0 log (52%), 3,0-4,0 log (40,0), 4,0-5,0 log (8,0)	
Slovēnija	Pirms eviscerācijas	n/a	6,6x10 ³ KVV/g (3,82log)	(Gruntar, Biasizzo, Kušar, Pate, & Ocepek, 2015)
	Pēc eviscerācijas	n/a	6,1x10 ³ KVV/g	
	Liemenis pirms atdzesēšanas	n/a	4,0x10 ³ KVV/g	
	Liemenis pēc atdzesēšanas 3d.	n/a	8,8x10 ² KVV/g	
	Liemenis pēc saldēšanas 3 d.	n/a	28 KVV/g	
Dānija	Pēc atspalvošanas	n/a	2,28-3,31 log	(Boysen, Nauta, & Rosenquist, 2016)
	Pēc eviscerācijas	n/a	2,74-3,23 log	
	Pēc atdzesēšanas	n/a	2,45-2,89 log	

Valsts	Kaušanas posms	Pozitīvo liemeņu skaits/ <i>Campylobacter</i> spp. skaits	Atbilstība mikrobioloģiskajiem kritērijiem	Literatūras avots
Nīderlande	Pēc atasiņošanas	n/a	1,6- 6,4 log	(Pacholewicz, u.c., 2015)
	Pēc atspalvošanas	n/a	3,8-4,08 log	
	Pēc eviscerācijas		Neatšķirās no rezultātiem pēc atspalvošanas	

Liemeņu atdzesēšana

Eviscerētie broilercāļu liemeņi ir silti, un tie pēc iespējas ātrāk jāatdzesē, lai samazinātu mikrobiālo augšanu. Konstatēts, ka liemeņu atdzesēšana var samazināt *Campylobacter* spp. skaitu uz liemeņiem (Rosenquist, Sommer, Nielsen, & Christensen, 2006) (Pacholewicz, u.c., 2015). Iedarbojoties gaisam, notiek liemeņu virsmas izžūšana, kas savukārt nelabvēlīgi ietekmē *Campylobacter* spp. (Murphy, Carroll, & Jordan, 2006). Svarīgākie faktori, kas var ietekmēt *Campylobacter* spp. izplatību broilercāļu liemeņos pēc atdzesēšanas bija dzesēšanas laiks, dzesēšanas veids, kā arī ūdens smidzinātāju izmantošana (Allen, u.c., 2007).

Neskatoties uz to, ka liemeņu atdzesēšana ar ūdeni var radīt krustenisko kontamināciju, šī metode bija efektīva *Campylobacter* spp. kontaminācijas noskalošanai no liemeņu virsmām (Sanchez, Fluckey, & Brashears, 2002). Arī kontaminācija ar gaisu, kad liemeņi tiek virzīti cauri dzesēšanas kamerai (<4°C), samazināja *Campylobacter* spp. uz liemeņu virsmām par 1 log KVV/g, ja tika izpildīta korekti (Allen, u.c., 2007), (Berrang, u.c., 2007). Savukārt imersijas dzesēšanas metode neietekmēja *Campylobacter* spp. skaitu uz broilercāļu liemeņiem (Seliwiorstow, Bare, Van Damme, Uyttendaele, & De Zutter, 2015).

Atdzesēšana var samazināt *Campylobacter* spp. izplatību uz broilercāļu liemeņiem pat par 90%, tomēr dažādos pētījumos samazinājums bija no 0 līdz pat 100% (Hansson, Pudas, Harbom, & Engvall, 2010), savukārt (Arsenault, Letellier, Quessy, Normand, & Boulianne, 2007) uzglabājot gaļu līdz 3 dienām <4°C, *Campylobacter* spp. skaita samazinājums bija 4,5 reizes, bet, sasaldējot, pat 143 reizes (El-Shibiny, Connerton, & Connerton, 2009b). *Campylobacter* spp. skaits uz liemeņiem bija no 2,69 līdz 3,43 log KVV/g, un šie rezultāti būtisks procesa higiēnas kritērijs attiecībā uz *Campylobacter* spp. skaitu broilercāļu ādā.

Atdzesētu liemeņu kontamināciju ar *Campylobacter* spp. var ietekmēt arī broilercāļu liemeņu izvietojums, jo vienlaikus vairāku liemeņu izvietošana uz statīva/groza ar to savstarpējo kontaktu, veicina liemeņu krustenisko kontamināciju ar *Campylobacter* spp. (Hue, u.c., 2010).

4.4. *CAMPYLOBACTER* SPP. PROCESA HIGIĒNAS MIKROBIOLOĢISKO KRITĒRIJU IZPILDE UN KAUŠANAS HIGIĒNAS ATBILSTĪBA HACCP PAMATPRINCIPIEM

Campylobacter spp. procesa higiēnas mikrobioloģisko kritēriju noteikšana balstās uz *Campylobacter* spp. kvantitatīvo noteikšanu broilercāļu kakla ādā. Augstākie kakla ādas kontaminācijas rādītāji attiecināmi uz liemeņu izvietošanu uz kaušanas līnijas, kur kakla āda atrodas viszemāk un skalošanai izmantotais ūdens gravitācijas spēka iedarbībā plūst uz zemāk esošām ķermeņa daļām. Apstrādes darbību rezultātā izmantotais ūdens kopā ar mikrobioloģisko piesārņojumu, ieskaitot *Campylobacter* spp., krājas kaklā ādā, kas būs kontaminētākā liemeņa daļa. Kontaminācija rodas kaušanas operāciju rezultātā, tāpēc kakla ādu mikrobioloģiskā izmeklēšana atspoguļos liemeņa kontamināciju ar *Campylobacter* spp. un kaušanas higiēnu.

Broilercāļu liemeņu kontaminācija ar *Campylobacter* spp. konstatēta arī citās liemeņa daļās, turklāt atšķirības nebija statistiski būtiskas: visaugstākais skaits konstatēts kakla ādā ($3,45 \pm 1,1$ log KVV/g) un abdominālajā reģionā ($3,39 \pm 1,6$ log KVV/g), bet viszemākā krūšu apvidū ($2,96 \pm 0,98$ log KVV/g) un kājās (2,96 log KVV/g). Būtiskas atšķirības tika atklātas starp liemeņiem ar atšķirību pat 3,95 log KVV/g (netika konstatēts kāju ādā, bet 4,65 log KVV/g kakla ādā), tāpēc jāparedz, ka *Campylobacter* spp. kontaminācija uz liemeņa nav homogēna. Savukārt kakla ādas kontaminācijai ir cieša sakarība starp pārējo liemeņu daļu kontamināciju (Bare, u.c., 2013). Guzas atgriešana vai tās plīsums eviscerācijas gaitā var radīt papildus kakla ādas kontamināciju ar *Campylobacter* spp., jo ierosinātāja skaits tajā var sasniegt pat 5 log KVV/g (Byrd, u.c., 2002), (Cason, u.c., 2007).

4.4.1. tabula

ES valstu nacionālo pētījumu rezultāti par liemeņu atbilstību mikrobioloģiskajiem kritērijiem *Campylobacter* spp. pirms regulas grozījumu stāšanās spēkā

Valsts	Paraugs	Rezultāts	Piezīmes	Literatūras avots
Francija	Kakla ādas	2,5-4,5 log KVV/g (janvāris-maijs), 0,3-4,8 log KVV/g (jūnijs-decembris)	Izteiktas sezonālās atšķirības (nenoteiktība <1 log KVV/g)	(Duque, Daviaud, Guillou, Haddad, & Membre, 2018)
	Kāju ādas	1,6-2,9 (janvāris-maijs), 0,2-3,8 (jūnijs-decembris)		
Beļģija	Kakla āda	$3,45 \pm 1,10$ log KVV/g	33 no 47 liemeņiem ≥ 1000 log KVV/g	(Bare, u.c., 2013)

Valsts	Paraugs	Rezultāts	Piezīmes	Literatūras avots
Beļģija	Kakla āda	20,6% liemeņiem $\geq 3 \log$ KVV/g	Visaugstākā jūnijā-augustā; 9 kautuvēs no 12,5 līdz 35% ar $\geq 3 \log$ KVV/g	(Habib, u.c., 2012)
Itālija	Kakla āda	20 liemeņos $\leq 3 \log$ KVV/g; 33 liemeņos $\geq 3 \log$ KVV/g	3 kautuvju vidējie rādītāji bija 3,11; 3,09 un 3,32 log KVV/g	(Roccatto, u.c., 2018)
Vācija	Kakla āda	Kautuvju vidējie rādītāji a) $2,9 \pm 0,9 \log$ KVV/g; b) $2,7 \pm 0,7 \log$ KVV/g; c) $2,7 \pm 0,7 \log$ KVV/g	Trijās kautuvēs, partijas ar vismaz vienu neatbilstošu paraugu ≥ 1000 : a) 34,2%; b) 9,2%; c) 21,8%. Izteikta sezonālitate vasarā (2013-2015)	(Reich, Valero, Schill, Bungenstock, & Klein, 2018)

Katrai kautuvei ir nepieciešams samazināt broilercāļu partijas kontamināciju ar *Campylobacter* spp., kā arī ir būtiskas atšķirības starp vienas partijas broilercāļu kakla ādu kontamināciju, jo tā ietekmē ierosinātāju izplatību kopumā. Svarīgi ir arī novērst augsti kontaminēto liemeņu sastopamību ($>3 \log$ KVV/g), kas iespaido *Campylobacter* spp. mikrobioloģiskos kritērijus. *Campylobacter* spp. testēšanā iegūto datu analīze dažādās kautuvēs ļauj secināt, ka kakla ādas kontamināciju tikai daļēji ietekmē aklās zarnas un kautuves vides piesārņojums.

Kautuves, kuras ievēro labu ražošanas un labu higiēnas praksi, spēj samazināt *Campylobacter* spp. izplatību liemeņos, tāpēc ierosinātāja noteikšana broilercāļu kakla ādās ļauj palīdzēt izprast piesārņojuma avotus kautuvēs, kā arī vēsturiskie dati par *Campylobacter* spp. sastopamību kautuves vidē un kautproduktos var palīdzēt izvērtēt ieviesto pasākumu efektivitāti.

Faktori, kuri saistīti ar atšķirīgu *Campylobacter* spp. sastopamību kautuvēs, jeb "kautuves faktori" attiecināmi arī uz kvalitātes vadību, kā arī standarta higiēnas procedūru (SOP) izpildi kautuvēs. Neatbilstoša SOP izpilde ietekmē liemeņu kontamināciju, un konstatēts, ka trūkumi kvalitātes vadībā un higiēnas nodrošināšanā (FASFC-pārbaudes) bija saistīti ar broilercāļu liemeņu piesārņojumu (Habib, u.c., 2012). Tomēr kautuves ražošanas higiēna nav vienīgais faktors, kas ietekmē liemeņu kontamināciju ar *Campylobacter* spp., un broilercāļu ganāmpulka statuss (pozitīvs vai negatīvs) pieder pie svarīgākajiem liemeņu kontamināciju ietekmējošajiem faktoriem (Malher, u.c., 2011).

Pārtikas nekaitīguma vadības sistēmai bija būtiska nozīme broilercāļu gaļas kontaminācijai ar *Campylobacter* spp. tās pārstrādes uzņēmumos (Sampers, u.c., 2010). ASV pierādīts, ka HACCP procedūru ievērošana kautuvēs var samazināt *Campylobacter* spp. izplatību putnu gaļas izstrādājumos (Stern & Robach, 2003). Neatbilstoša kaušanas

higiēna, uz ko norādīja tādi faktori kā paaugstināta temperatūra eviscerācijas telpās (>15°C) vai acīmredzamu netīrumu esamība, bija saistīta ar augstu *Campylobacter* spp. kontaminētu liemeņu sastopamību. Paaugstināta temperatūra eviscerācijas telpās bija labvēlīgāka *Campylobacter* spp. izdzīvošanai, taču nav izslēgta arī sezonālā ietekme, jo vasarā grūtāk nodrošināt atbilstošu temperatūru iekštelpās, kā arī ir augstāka *Campylobacter* spp. sastopamība broilercāļos.

Higiēnas novērtēšanas pētījumi kautuvēs apstiprina, ka kautuvju operāciju ražošanas higiēnas uzlabošana var samazināt *Campylobacter* spp. izplatību uz liemeņiem (Habib, u.c., 2012).

4.5. DEKONTAMINĀCIJAS METODES PUTNU KAUTUVĒS

Dekontaminācijas mērķis ir samazināt mikroorganismu skaitu uz putnu liemeņiem, un tai izmanto fizikālās apstrādes metodes vai ķīmisko vielu piedevas liemeņu apstrādei kaušanas procesā. Dekontaminācija var kalpot kā palīgīdzeklis baktēriju skaita samazināšanai, un tā neaizvieto labu ražošanas praksi uzņēmumā. Saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes 2004. gada 29. aprīļa Regulas (EK) Nr. 853/2004, ar ko nosaka īpašus higiēnas noteikumus attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes pārtiku prasībām ķīmiskajā dekontaminācijā, izmantotajai substancei jābūt drošai un efektīvai. Līdz šim atļauja veikt ķīmisko dekontamināciju ES nav izsniegta, tomēr tā tiek praktizēta citās pasaules valstīs. Fizikālā dekontaminācija kā sasaldēšana vai karstuma apstrāde tiek izmantota Ziemeļeiropā (Rosenquist, u.c., 2009), (Hofshagen & Kruse, 2005).

Campylobacter spp. uz liemeņiem nokļūst krusteniskās kontaminācijas rezultātā no apkārtējās vides, tāpēc dekontaminācijai tiek pakļautas galvenokārt liemeņa virsmas. Veicot dekontamināciju, svarīgi, lai liemeņa vizuālais izskats netiktu ietekmēts, kas ir svarīgi no produkcijas pieņemamības viedokļa.

Ķīmiskajā dekontaminācijā tiek izmantotas organiskās skābes (pienskābe un etiķskābe), hlors, hlora dioksīds, paskābināts oksidējošs ūdens, paskābināts nātrija hlorīts un trinātrija fosfāts. Šie savienojumi veido maztoksiskas atliekvielas, tomēr nav pierādīta to pietiekošā efektivitāte, apstrādājot liemeņus, kas ierobežo šo savienojumu lietošanu broilercāļu liemeņu dekontaminācijai ES (EFSA, 2006), (EFSA, 2011).

Pienskābe. Panākts *C. jejuni* skaita samazinājums 0,2 – 1,5 log KVV/g, iemērcot broilercāļu liemeņus 10 un 15% (v/v) pienskābes šķīdumā (Ellerbroek, Lienau, Alter, & Schlichting, 2007). Savukārt, 1,7 log KVV/ml *Campylobacter* spp. skaita samazinājums novērots, ievietojot mazumtirdzniecībā esošos liemeņus 2,5% pienskābes šķīdumā uz vienu minūti (Riedel, Brondsted, Rosenquist, Haxgart, & Christensen, 2009). Liemeņu apsmidzināšana ar pienskābi pirms dzesēšanas samazināja *Campylobacter* spp. izplatību par 14,7% salīdzinājumā ar kontroles grupu (Byrd, u.c., 2001).

Etiķskābe. *C. jejuni* skaita samazinājums par 1,2-1,4 log KVV/g pēc broileru liemeņu iemērkšanas 2% etiķskābē (Zhao & Doyle, 2006).

Trinātrija fosfāts. *Campylobacter* spp. skaita samazinājums līdz pat 1,7 log KVV/g pēc broilercāļu liemeņu iemērkšanas 10% trinātrija fosfāta šķīdumā (Riedel, Brondsted, Rosenquist, Haxgart, & Christensen, 2009).

Hlora savienojumi. *Campylobacter* spp. skaita samazinājums uz broilercāļu liemeņiem no 0,5 līdz 3,0 log KVV/g pēc apstrādes ar hloru un to saturošajiem savienojumiem (Loretz, Stephan, & Zweifel, 2010).

Elektrizēts ūdens. Ir nātrija hlorīda šķīdums, kuram pieslēgta elektrība. Šīs reakcijas produkti ir nātrija hidroksīds un hipohlorskābe, kas satur aktīvu hloru, pazemina pH, un tās oksidēšanas-reducēšanas potenciāls būs līdzīgs ozonam. Apstrādes rezultātā panākts 2,33 – 3 log KVV/g *C. jejuni* skaita samazinājums uz liemeņiem (Kim, Hung, & Russell, 2005), (Park, Hung, & Brackett, 2002).

Starp *Campylobacter* spp. augšanu inhibējošām **fizikālām** metodēm kā svarīgākās jāmin saldēšana, apstarošana un apstrāde ar tvaiku. Fizikālās dekontaminācijas metožu strauja attīstība un pielietošana strauji palielinās ES, kas notiek ķīmisko dekontaminācijas metožu ierobežošanas dēļ.

Broilercāļu liemeņu saldēšana 3 nedēļās samazināja *Campylobacter* spp. skaitu par 2 log KVV/g, taču šis apstrādes veids būtiski ietekmē gaļas realizācijas iespējas. Līdz ar to tiek attīstītas metodes, kas pēc iespējas mazāk mainītu liemeņu vizuālo izskatu un tā izmantošanas iespējas pēc dekontaminācijas.

Izmēģināta broilercāļu liemeņu apsaldēšana ar šķidro slāpekli, iekšējai temperatūrai sasniedzot -3,3°C intervālā no 20 līdz 330 sek. *C. jejuni* skaita samazinājums bija no 0,5 log KVV/g pie -80°C līdz 2,4 log KVV/g pie -196°C (Zhao, Ezeike, Doyle, Huing, & Howell, 2003). Cāļu filejas virsmas temperatūru samazināja līdz -1°C, apstrādājot uz konveijera lentes pie -55°C, panākot *Campylobacter* spp. skaitu samazinājumu par 0,4 log KVV/g. Apsmidzinot broilercāļu liemeņus ar šķidro slāpekli dzesēšanas tunelī 40 sek., *Campylobacter* spp. skaita samazinājums bija 0,9 līdz 1,5 log KVV/g dienu pēc apstrādes pie -2 °C (Burfoot, u.c., 2016).

Ar tvaika-ultraskaņas apstrādi ("Sonostream" iekārta) Dānijā *Campylobacter* spp. skaita samazinājums uz liemeņiem sasniedza 2,51 log KVV/g, kas bija visefektīvākais apstrādes veids salīdzinājumā ar paātrināto saldēšanu un apsaldēšanu. Tomēr apstrādes rezultāti bija būtiski atšķirīgi starp liemeņu partijām, kā arī liemenis vizuāli bija applaucēts, tāpēc bija nepieciešami uzlabojumi metodes pielietojumā *Campylobacter* spp. skaita samazināšanai uz liemeņiem (Boysen & Rosenquist, 2009).

Saskaņā ar Veselības un pārtikas nekaitīguma ģenerāldirektorāta ziņojumu (2017), izvērtējot dalībvalstu sniegumu *Campylobacter* spp. izplatības novēršanā, par perspektīvajām inovatīvajām praksēm ierosinātāja sastopamības ierobežošanai, kuras jau izmantotas vai tiek pilnveidotas to rutīnas izmantošanai kautuvēs, atzītas:

- ✓ Tvaika un ultraskaņas kombinācija ar elektrizēta ūdens izmantošanu. Metožu kombinācija dod vislabākos rezultātus, salīdzinot ar katru metodi atsevišķi;
- ✓ Paātrināta liemeņu atdzesēšana ar šķidro slāpekli, izraisot aukstuma šoku ar temperatūras samazināšanos līdz -2°C, kā rezultātā arī liemeņu kontaminācijas samazināšanos ar *Campylobacter* spp. Metode vēl netika industriāli aprobēta, bet daudzsološi rezultāti iegūti salīdzinošajos pētījumos;
- ✓ Atkārtota plaucēšana, apstrādājot liemeni ar karstu ūdeni 82°C 1 sek. pēc plaucēšanas un atspalvošanas, bet pirms eviscerācijas. Metode vēl nav industriāli aprobēta.

Iepriekš minētās metodes var būt kā integrēta kaušanas procesa sastāvdaļa, nevis kā palīgmetodes broilercāļu liemeņu augstas kontaminācijas novēršanai

kaušanas procesa beigās. Vēl nepieciešami fizikālo dekontaminācijas metožu būtiski uzlabojumi pirms to masveida industriālai izmantošanai ES dalībvalstīs, kā arī to apliecinājums atbilstībai ES pārtikas nekaitīguma prasībām. Liemeņu sasaldēšana nav ekonomiski izdevīga metode ES dalībvalstu cāļu gaļas tirgum, taču var tikt izmantota *Campylobacter* spp. kontaminācijas samazināšanai.

5. PUTNU GAĻAS SADALE UN IEPAKOŠANA

Automatizēta liemeņu sadales līnija var radīt broilercāļu liemeņu papildus kontamināciju ar *Campylobacter* spp. Veicot ar *Campylobacter* spp. kontaminētās gaļas pārstrādi, ierosinātais nokļūst arī sadales ceha gaļas pārstrādes vidē, ieskaitot virsmas, kas nonāk saskarsmē ar sadalītu liemeni: konveijera lentēs, griežamie dēļi, iepakojuma materiāls (Cools, u.c., 2005).

Putnu gaļas sadales un pārstrādes uzņēmumu vide ir mazāk kontaminēta ar ierosinātāju salīdzinājumā ar kautuvi (Garcia-Sanchez, Melero, Jaime, Hanninen, & Rovira, 2017). *Campylobacter* spp. tika izolēts no sadales un iepakojuma telpu aprīkojuma: āķiem, konveijera lentēm, grīdas gaļas pārstrādē, darba galdiem un nažiem (Cools, u.c., 2005), (Garcia-Sanchez, Melero, Jaime, Hanninen, & Rovira, 2017). *Campylobacter* spp. konstatēts arī uz darbinieku cimdiem (Melero, Juntunen, Hanninen, Jaime, & Rovira, 2012).

Campylobacter spp. netika konstatēts pēc mazgāšanas un dezinfekcijas uz darba virsmām, kā arī pēc ar ierosinātāju nekontaminētu broilercāļu partiju pārstrādes. Savukārt pārstrādājot cāļu fileju (80% *Campylobacter* spp. sastopamība), visas pārstrādes virsmas bija kontaminētas ar ierosinātāju. Ierosinātāja sastopamība nākamajā *Campylobacter*-negatīva cāļu gaļas partijā pēc apstrādes bija 40%. *Campylobacter* spp. nokļuva no pozitīvas – negatīvajā cāļu filejas partijā krusteniskās kontaminācijas dēļ.

Maksimālā *Campylobacter* spp. izplatība sadales telpās tika konstatēta 30 min pēc kontaminēto liemeņu sadales, tai strauji samazinoties. Pēc 2 h tikai 2 no 9 iepriekš pozitīvajiem paraugiem uzrādīja *Campylobacter* spp. klātbūtni (Cools, u.c., 2005). Darba virsmu materiāls būtiski ietekmē *Campylobacter* spp. izdzīvošanas spējas un, inokulējot tērauda virsmas ar *C. jejuni*, 3 log samazinājums tika novērots pēc 30 min., bet pēc 4 h kampilobaktērijas netika konstatētas (Kusumaningrum, Van Putten, Rombouts, & Beumer, 2002). 3 log *Campylobacter* spp. samazinājums konstatēts 30 min pēc koka un polipropilēna griezamo dēļu kontaminācijas. Zems kontaminācijas līmenis ($\leq 10^3$ KVV/25 cm²) konstatēts uz šīm virsmām pēc 2 eksperimentālās inkubēšanas stundām (Cools, u.c., 2005). Tas varētu būt skaidrojams ar skābekļa toksisko ietekmi uz kampilobaktēriju šūnām, tādējādi kampilobaktērijas veido dzīvotspējīgas, bet nekultivējamas formas, kas nokļūstot organismā, var izraisīt saslimšanu.

Campylobacter spp. galvenokārt lokalizējas uz ādas, tāpēc ādas atdalīšanu var piemērot kā preventīvu pasākumu *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai broilercāļu ganāmpulkos ar smagu *Campylobacter* spp. kontamināciju (>7 log KVV/g). *C. jejuni* atrodas broilercāļu spalvu folikulu lejas daļā, kur tam nodrošināta izdzīvošanai labvēlīgi apstākļi ar zemu gaisa O₂ saturu (Chantarapanont, Berrang, & Frank, 2003). Arī citas uz ādas atrodamās vielas kā olbaltumvielas, taukskābes un eļļas var veicināt *Campylobacter* spp. izdzīvošanu, novēršot ledus kristālu veidošanos. Gaļa ar ādu vai tās pievienošana gaļas pārstrādē izraisa vismaz 2,2 reizes lielāku varbūtību, ka gala produkts būs kontaminēts ar *Campylobacter* spp. (Sampers, u.c., 2008). *Campylobacter* spp. skaits ādā vienmēr būs augstāks nekā gaļā (0,4 līdz 0,9 log KVV/g), tāpēc ādas noņemšana ir apsverams pasākums *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai cāļu gaļā (Davis & Conner, 2007).

6. *CAMPYLOBACTER* SPP. IZPLATĪBA MAZUMTIRDZNICĪBĀ

Tirdzniecībā esošās broilercāļu gaļas kontaminācija ar *Campylobacter* spp. ir kritiska no pārtikas nekaitīguma viedokļa, jo kontaminētā gaļa tālāk nokļūs patērētāju virtuvēs, radot krusteniskās kontaminācijas draudus (Cook, Odumeru, & Pollari, 2012). *Campylobacter* spp. pakļauts apkārtējās vides faktoru iedarbībai, un pakāpeniski ierosinātājs gaļā iet bojā un tā skaits samazinās, tāpēc tirdzniecībā esošās broilercāļu gaļas kontaminācija parasti ir zemāka salīdzinājumā ar ierosinātāja izplatību gaļas ražošanas procesā (Berrang, Ladely, & Buhr, 2001), (Uyttendaele, De Troy, & Debevere, 1999). Modernā broilercāļu gaļas loģistika, kur gaļa tiek pakota plastmasas iepakojumos, kuri savukārt uzglabāti tumšās, mitrās un aukstās telpās, var veicināt *Campylobacter* spp. izdzīvošanu. Īpaši tas ir raksturīgs lielā apjoma tirdzniecībā, tāpēc mazumtirdzniecībā *Campylobacter* spp. sastopamība var būt augsta (60-80%), un ierosinātājs būs sastopams lielā skaitā ($>10^4$ KVV/g) (Harrison, Griffith, Tennant, & Peters, 2001), (Uyttendaele, u.c., 2006), (Humphrey, O'Brien, & Madsen, 2007).

Campylobacter spp. ir biežāk sastopams neiekotā un vakuumā iepakotā nekā vienkārši iepakotā produkcijā. $O_2 > 70\%$ koncentrācija samazināja *Campylobacter* spp. skaitu vairāk par 2 log (Boysen, Knochel, & Rosenquist, 2007), (Rajkovic, u.c., 2010). Atsevišķi pret O_2 tolerantu *Campylobacter* spp. izolāti aug augstās O_2 koncentrācijās, un tos inhibē CO_2 klātbūtne (Oh, McMullen, Chui, & Jeon, 2017). Lai novērstu *Campylobacter* spp. augšanu un maksimāli pagarinātu produkcijas uzglabāšanas derīguma termiņu, ieteicamais gāzu sastāvs bija $40\% CO_2 / 30\% O_2 / 30\% N_2$ (Meredith, u.c., 2014).

Campylobacter spp. tika izolēts no dažādiem broilercāļu gaļas un tās izstrādājumu veidiem. Maltā gaļa un gaļas izstrādājumi reti kontaminēti ar ierosinātāju pārtikas piedevu un oksidatīvā stresa iedarbības rezultātā. Arī termiski apstrādāta gaļa tiek uzskatīta par drošu lietošanai uzturā (Cook, Odumeru, & Pollari, 2012), (Uyttendaele, De Troy, & Debevere, 1999), (Habib, Sampers, Uyttendaele, Berkvens, & De Zutter, 2008). Ierosinātājs lielā skaitā sastopams broilercāļu subproduktos, it īpaši aknās, taču, cepot aknas uz pannas 2-3 min., tām sasniedzot iekšējo temperatūru $70^\circ C$, ierosinātājs tika iznīcināts (Little, Gormley, Rawal, & Richardson, 2010), (Whyte, Hudson, & Graham, 2006). Ļaujot iedarboties apkārtējās vides gaisam, var samazināt *Campylobacter* spp. izplatību gaļā pirms tās apstrādes (Melero, Juntunen, Hanninen, Jaime, & Rovira, 2012).

Palielinoties gaļas apstrādes intensitātei, samazinās broilercāļu gaļas kontaminācija ar *Campylobacter* spp., un, ja kontaminācija kautuvēs bija visaugstākā, tad tirdzniecības vietās tā būs viszemākā. *Campylobacter* spp. sastopamība svaigā cāļu gaļā bija no 33% gaļā bez ādas līdz 87% subproduktos, 25% gaļas izstrādājumos un 4% gaļas produktos. Gaļas izstrādājumos bija zemāks arī ierosinātāja skaits, un 58,5% sadalītās gaļas paraugos tas bija <1 log KVV/g, kamēr svaigā cāļu gaļā 88,5% ar *Campylobacter* spp. skaitu <1 log KVV/g. Uzskatīts, ka *Campylobacter* spp. izplatība un skaits būtiski samazinās ar katru nākamo apstrādes posmu tādu vides faktoru kā oksidatīvais stress un gaļas iežūšana iedarbības dēļ (Stella, u.c., 2017).

Augstāka *Campylobacter* spp. konstatēta uz broilercāļu gaļas ar ādu, salīdzinājumā ar gaļu bez ādas. Arī ierosinātāja skaits broilercāļu gaļā ar ādu bija divas reizes augstāks salīdzinājumā ar gaļu bez ādas (86% un 41%, attiecīgi) (Cook, Odumeru, & Pollari, 2012), (Stella, u.c., 2017). Atšķirīgs ar un bez ādas broilercāļu gaļas

piesārņojums ir saistīts ar vājām *Campylobacter* spp. izdzīvošanas spējām uz gaļas, kur ierosinātājs ātri iet bojā (Davis & Conner, 2007).

Apstrādes procesā broilercāļu liemenis atrodas ar kaklu uz leju, tāpēc kontaminētākas būs tuvāk kaklam izvietotās liemeņa daļas kā spārni un mugura, bet salīdzinoši retāk būs kontaminēti stilbi. No cāļa liemeņa daļām bez ādas viskontaminētākā ir cāļa fileja, kura ir arī viena no biežāk izmantotajām sabiedriskajā ēdināšanā un ēdienu gatavošanai mājāsaimniecību virtuvēs. Iepriekš konstatētie cāļu filejas kontaminācijas rādītāji pārsniedza pat 4 log KVV/g ar ierosinātāja 30-87% izplatību. Cāļu fileja ir arī bīstamākais gaļas veids virtuvēs no krusteniskās kontaminācijas aspekta, jo fileja bieži tiek papildus sagatavota pirms termiskās apstrādes (Luber & Bertelt, 2007) (Habib, Sampers, Uyttendaele, Berkvens, & De Zutter, 2008).

Krusteniskā kontaminācija būtiski palielina *Campylobacter* spp. izplatību mazumtirdzniecībā, un pircējiem pieejami produkti, kurus sagatavo uz vietas, piemēram, marinēti nefasēti produkti bija būtiski vairāk kontaminēti ar ierosinātāju. Krusteniskās kontaminācijas izraisītie riska faktori *Campylobacter* spp. infekcijas izraisīšanā bija roku un griešanas dēlīšu nemazgāšana, krusteniskā kontaminācija starp svaigo un lietošanai gatavo produkciju, arī viena griešanas dēlīša izmantošana cāļu gaļai un salātiem (Signorini, u.c., 2013).

No putnu gaļas Eiropā galvenokārt izolētas *C. jejuni* un *C. coli* sugas ar attiecību 2/3 un 1/3, kura ir mainīga dažādās valstīs un Dienvidēiropā tā var sasniegt 1:1 (EFSA, 2010). Uzskatīts, ka *C. coli* ir rezistentāks pret apkārtējās vides faktoru iedarbību, ar ko var izskaidrot salīdzinoši augstāku ierosinātāja sastopamību apstrādātajā gaļā (Padungtod & Kaneene, 2005).

Lai samazinātu *Campylobacter* spp. izplatību pārtikas aprītē, nepieciešams nodrošināt svarīgākos nosacījumus tā kontrolei produkcijas sagatavošanas posmos:

1. Izvairīties no lietošanai gatavās produkcijas tiešas vai netiešas kontaminācijas ar svaigu cāļu gaļu;
2. Novērst ierosinātāja augšanu un vairošanos, pārstrādājot un uzglabājot produkciju, nodrošinot atbilstošus produkcijas uzglabāšanas apstākļus;
3. Iznīcināt ierosinātāju pārstrādes posmos ar esošām pārstrādes metodēm, kur tas ir iespējams.

***Campylobacter* spp. izplatība broilercāļu gaļā mazumtirdzniecībā un tās izplatību ietekmējošie faktori**

Faktors	Ietekme	Literatūras avots
<i>Campylobacter</i> spp. izolēts no svaigas broilercāļu gaļas un gaļas izstrādājumiem	Apstiprina arī mūsu pētījuma rezultāti, kur svaigas gaļas kontaminācija bija no 10 līdz $2,1 \times 10^3$ KVV/g mazumtirdzniecības vietās dažādās liemeņa daļās.	Sadaļā “ <i>Campylobacter</i> spp. izplatība mazumtirdzniecības nefasētās broilercāļu gaļas paraugos un mazumtirdzniecības vietās” aprakstītie pētījuma rezultāti
Liemeņa daļas ar ādu bija būtiski augstāk kontaminētas ar ierosinātāju salīdzinājumā ar liemeņa daļām bez ādas	<i>Campylobacter</i> spp. izdzīvo spalvu folikulos pie 4 °C 72 h. Augsta sastopamība uz liemeņa daļām ar ādām Latvijā: spārni, mugura, kakli.	
<i>Campylobacter</i> spp. var tikt izolēts no liemeņa daļām bez ādas	Augsta cāļu filejas kontaminācija (pat 10^3 KVV/g).	
No sasaldētas gaļas ražotos produktos bija būtiski zemāka <i>Campylobacter</i> spp. izplatība	<i>Campylobacter</i> spp. skaits samazinājās par 0,8 līdz 3,2 log KVV/g divās nedēļās, tomēr saldēšana nevar pilnībā iznīcināt ierosinātāju un nav paredzēta labas ražošanas prakses aizstāšanai ražošanas uzņēmumos. Ierosinātais izolēts no sasaldētiem izstrādājumiem pat 3,8 līdz 4,5 log KVV/g.	(Bhaduri & Cottrell, 2004), (Sampers, u.c., 2008)
<i>Campylobacter</i> spp. izolēts no modificētā atmosfērā iepakotas gaļas	Pētījuma rezultāti. Ierosinātais tika izolēts no iepakojumiem ar O ₂ (11,4-77,5%) un CO ₂ (1,5-53,9%). O ₂ koncentrācija augstāka par 70% kavē <i>Campylobacter</i> spp. augšanu	(Garcia-Sanchez, Melero, AM, Jaime, & Rovira, 2018)
Krusteniskā kontaminācija kā svarīgākais riska faktors inficēšanai ar <i>Campylobacter</i> spp. mazumtirdzniecības vietās	Kontamināciju veicina darbības ar svaigu cāļu gaļu pirms gatavās produkcijas apstrādes (salāti), personāla higiēnas neievērošana, griešanas dēlīšu nemazgāšana pārtikas apstrādē	(Signorini, u.c., 2013),

7. *CAMPYLOBACTER* SPP. IZPLATĪBA SABIEDRISKĀS ĒDINĀŠANAS SEKTORĀ

Sabiedriskās ēdināšanas īpaša iezīme ir daudzveidīgi ēdieni, kuru gatavošanai nepieciešamas ļoti dažādas to sagatavošanas procedūras un sastāvdaļas. Neatbilstoša produkcijas apstrāde, termiskās apstrādes temperatūras, kā arī higiēnas neievērošana produkcijas sagatavošanā (krusteniskā kontaminācija) bija galvenais kampilobakteriozes uzliesmojumu iemesls, un uzliesmojumi visbiežāk tika saistīti ar sabiedriskās ēdināšanas iestādēm (restorāni, viesnīcas, bāri, kafējnīcas) (Osimani, Aquilanti, & Clementi, 2015). Pierādīts, ka maltītes ieturēšana restorānā bija riska faktors *Campylobacter* spp. infekcijai – kontaminētu, nepietiekoši termiski apstrādātu produktu vai/un neatbilstošas higiēnas ievērošanas dēļ pārtikas gatavošanas procesā (Rodrigues, u.c., 2001), (Gallay, u.c., 2008).

Broilercāļu gaļa bija visbiežāk kontaminēta ar ierosinātāju salīdzinājumā ar citiem gaļas veidiem, kā arī *Campylobacter* spp. sastopamībai cāļu gaļā bija izteikta sezonālitate, kas nebija raksturīga citiem produktu veidiem (Petruzzelli, u.c., 2014).

Campylobacter spp. nokļūst pārtikas aprītē galvenokārt pēc tieša kontakta ar kontaminētu produktu, piemēram, nenomazgājot rokas pēc darbībām ar kontaminētu cāļa gaļu, nepietiekoši termiski apstrādājot cāļa gaļu, vai citu no cāļu gaļas kontaminēto sastāvdaļu (mērces, dārzeņi) lietošana uzturā. Stingra higiēnas noteikumu ievērošana, atbilstoša termiskā apstrāde, darba piederumu mazgāšana un dezinfekcija, roku mazgāšana uzreiz pēc darbībām ar cāļu gaļu palīdz līdz minimumam samazināt infekcijas risku (Rosenquist, Nielsen, Sommer, Norrung, & Christensen, 2003).

Svaigu izejvielu mikrobioloģiskā kvalitāte ir svarīga *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai, tomēr būtiska loma ir arī pārtikas sagatavošanas procesam, kā arī labas ražošanas un labas higiēnas prakses ievērošanai sabiedriskās ēdināšanas un mazumtirdzniecības uzņēmumos. *Campylobacter* spp. izraisītie uzliesmojumi, kam par pamatu bija labas higiēnas un ražošanas prakses neievērošana, ir apskatīti zemāk.

Galvenie pasākumi mazumtirdzniecības vietās *Campylobacter* spp. izplatības samazināšanā:

1. Krusteniskās kontaminācijas novēršana no iepriekš realizētajām produkcijas partijām;
2. Jebkādas kontaminācijas novēršana, kas var rasties nehigiēniskas rīcības rezultātā.

Kampilobakteriozes uzliesmojumi, kuriem par cēloni bija labas ražošanas un higiēnas prakses neievērošana sabiedriskās ēdināšanas iestādēs

Gads	Valsts	Uzņēmuma tips	Pārtika	Saslimšanas gadījumu skaits	Uzliesmojuma cēlonis	Literatūras avots
2003	Spānija	Skolas ēdnīca	Sinepes	81	Krusteniskā kontaminācija starp svaigu un lietošanai gatavu pārtiku. Sinepes tika izmantotas svaigas cāļu gaļas apstrādē un kā piedeva gatavai produkcijai vienlaicīgi	(Jimenez, u.c., 2005)
2005	Dānija	Centralizētās ēdināšanas virtuve	Cāļa gaļa (salāti)	79	Krusteniskā kontaminācija neatbilstošu higiēnas darbību dēļ: darbības ar svaigu fileju, gatavas un svaigas produkcijas uzglabāšana vienā ledusskapī	(Mazick, Ethelberg, Moller Nielsen, Molbak, & Lisby, 2006)
2005	Lielbritānija	Sabiedriskā ēdināšana pasākumā	Cāļu aknu pastēte	86	Nepietiekoši termiski apstrādātas cāļu aknas, cepot uz atklātas liesmas	(Forbes, u.c., 2009)
2009	Lielbritānija	Restorāns	Cāļu aknas	48	Izmaiņas cāļu aknu gatavošanā: cāļu aknas nebija pietiekoši termiski apstrādātas (lai iegūtu vizuāli pievilcīgāku produkta sārtu/rozā krāsu)	(O'Leary, Harding, Fisher, & Cowden, 2010)
2010	Spānija	Skolas ēdnīca	Cepta cāļa gaļa un baltie salāti	75	Krusteniskā kontaminācija: vienu un to pašu piederumu lietošana salātiem un svaigai cāļu gaļai, personāls neievēroja higiēnu, gatavā un svaigā produkcija uzglabāta vienā ledusskapī ar novērojamu gaļas sulas pilēšanu	(Calciati, u.c., 2012)

Gads	Valsts	Uzņēmuma tips	Pārtika	Saslimšanas gadījumu skaits	Uzliesmojuma cēlonis	Literatūras avots
2011	Lielbritānija	Restorāns	Garneles, cāļu aknas	22	Krusteniskā kontaminācija neatbilstošas pārtikas gatavošanas dēļ: svaigās un gatavās produkcijas uzglabāšana vienā ledusskapī	(Farmer, Keenan, & Vivancos, 2012)
2011	Lielbritānija	Ēdināšana kāzās	Cāļu aknu pastēte	49	Neatbilstoša termiskā apstrāde: aknas apceptas 60°C saskaņā ar paškontroles dokumentiem	(Edwards, u.c., 2014)

***Campylobacter* spp. izplatības mazināšana patērētāju līmenī**

Cāļu gaļa ir galvenais *Campylobacter* spp. avots patērētājiem, jo cāļu gaļa tiek biežāk lietota uzturā, kā arī tajā novēro augstu *Campylobacter* spp. sastopamību. Riska novērtēšanas pētījumi pierāda, ka krusteniskā kontaminācija no cāļu gaļas ir svarīgākais kampilobakteriozes avots patērētājiem (Wingstrand, u.c., 2006). No kontaminētās cāļu gaļas krusteniskās kontaminācijas rezultātā var tikt piesārņoti citi produkti un darba virsmas. No broilercāļu kājām uz griešanas dēlīša ierosinātais 80% nokļūst pēc 10 min. pēc kontakta (Fravallo, Laisney, Gillard, Salvat, & Chemaly, 2009). Broilercāļu gaļā esošās *Campylobacter* spp. var tālāk izplatīties uz rokām, virtuves piederumiem vai nokļūt lietošanai gatavos produktos tieši vai netieši, saskaroties ar griešanas dēlīti (Luber, Brynstad, Topsch, Scherer, & Bartelt, 2006), (Tang, u.c., 2011).

Galvenie pasākumi, lai mazinātu *Campylobacter* spp. izplatību patērētāju virtuvēs, tiek vērsti uz krusteniskās kontaminācijas novēršanu.

Kopumā jāveicina patērētāju izpratne, ka pārtika nav sterila, un tajā iespējama mikroorganismu, arī *Campylobacter* spp. klātbūtne, aktualizējot drošas pārtikas gatavošanas pamatprincipus. It īpaši problēma aktualizējās vasarā, kad pārtika tiek gatavota ārpus mājām, un ir grūti nodrošināt atbilstošus augstos gaļas gatavošanas standartus: nav iespējama roku mazgāšana vai tā ir veicama nepietiekami efektīvi, kontaminētu cepšanas piederumu lietošana un nepietiekoši termiski apstrādātas gaļas lietošana uzturā.

IETEIKUMI

CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA BROILERCĀĻU GANĀMPULKOS

CAMPYLOBACTER SPP. VERTIKĀLĀS PĀRNĒSĀŠANAS VEIDI BROILERCĀĻU GANĀMPULKOS

- ✓ Uzskatīt vertikālo pārnēsāšanu par iespējamo broilercāļu ganāmpulka infekcijas avotu.
- ✓ Stingra biodrošības noteikumu ievērošana inkubācijas etapā (1. pielikums).

CAMPYLOBACTER SPP. HORIZONTĀLAIS PĀRNĒSĀŠANAS VEIDS BROILERCĀĻU GANĀMPULKOS

Ieteikumi rīcībai ar barību un pakaišiem *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai broilercāļu ganāmpulkā

- ✓ Lopbarība un pakaiši jāuzglabā un ar tiem jārīkojas tā, lai nepieļautu to kontamināciju.
- ✓ Lopbarības torņu un to platformu regulāra tīrīšana. Tiem jābūt noslēgtiem, lai nepieļautu kontamināciju no apkārtējās vides.
- ✓ Lopbarības un pakaišu transportēšanā maksimāli jāizslēdz kontakts ar apkārtējo vidi (slēgti konteineri, pārsegti ar tiem paredzētiem materiāliem), kā arī jebkādas citas kontaminācijas iespējas.
- ✓ Savvaļas dzīvnieku, ieskatot putnu, kukaiņu piekļuves ierobežošana lopbarības un pakaišu materiālam.
- ✓ Dzīvnieku turēšanas apstākļu uzraudzība (nepieļaut slapju pakaišu esamību putnu mītnēs).

Ieteikumi gaisa pieplūdes un aerosolu veidošanās kontrolei putnu mītnē *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai

- ✓ Izvairīties ierīkot ventilatorus, ventilācijas lūkas potenciāli kontaminēto zonu tuvumā.

Ūdens kontaminācijas kontrole *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai

- ✓ Broilercāļu dzirdināšanā izmantotā ūdens kvalitātes / mikrobioloģiskās kontaminācijas uzraudzība.
- ✓ Apstrādāta (dzeramā) ūdens izmantošana broilercāļu dzirdināšanā.
- ✓ Ūdens rezervuāru aizsardzība no apkārtējās vides piesārņojuma.
- ✓ Ūdens apgādes sistēmas tīrīšana un dezinfekcija – kā regulāra biodrošības pasākumu sastāvdaļa.

Ieteikumi broilercāļu vecuma un turēšanas veida izvērtēšana *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai

- ✓ “Viss pilns – viss tukšs” pieejas īstenošana putnu mītnēs, ja tas nav iespējams, tad jāparedz iespējas uzņemt novietni tā, ka katra mītne ir atsevišķa epidemioloģiskā vienība.
- ✓ Dažāda vecuma broilercāļu kontaktu savstarpējā novēršana, pēc iespējas nodalot dažādu vecumu putnu mītnes teritorijā.
- ✓ Veicot ikdienas darbus, kad ir paredzēta darbība ar dažādu vecumu putniem, vispirms sāk ar jaunākiem putniem, un tikai beigās veikt vizītes vecāko putnu mītnēs.
- ✓ Kritiski jāizvērtē *Campylobacter* spp. testēšanas rezultātus broilercāļos, kuri jaunāki par 2 nedēļām, jo tajos kampilobaktēriju klātbūtne vēl var neparādīties.

Gadalaika ietekmes izvērtēšana uz ganāmpulka inficēšanās rādītājiem ar *Campylobacter* spp.

- ✓ Īpaša biodrošības ievērošana vasaras mēnešos, lai samazinātu *Campylobacter* spp. iekļūšanas iespējas broilercāļu ganāmpulkos.

Kukaiņu kontrole *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai

- ✓ Darbībai jābūt vērstai uz kukaiņu iekļūšanas un vairošanās ierobežošanu putnu mītnēs.
- ✓ Efektīva dezinsekcijas pasākumu īstenošana.
- ✓ Pretkukaiņu tīkli insektu iekļūšanas ierobežošanai broilercāļu mītnēs.
- ✓ Betonētas zonas (joslas) ierīkošana ap broilercāļu novietni, kas ir viegli kopjama, tīrāma un dezinficējama.
- ✓ Kukaiņu ierobežošanas programmas izstrādā un to izstrādē pieaicina kompetentus jomas speciālistus.

Savvaļas dzīvnieku kontrole *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai

- ✓ Efektīvas deratizācijas programmas ieviešana un īstenošana.
- ✓ Teritorijas sakopšana (veģetācija, izbērtā lopbarība, vaļēji uzglabāta lopbarība, stāvoši ūdeņi, piekļuve blakusproduktiem), lai neradītu pastiprinātu putnu, savvaļas dzīvnieku un grauzēju migrāciju uz broilercāļu novietni. Visi atkritumi un izbirusī barība teritorijā jāsavāc nekavējoties.
- ✓ Jāseko līdzi novietnes stāvoklim, un vajadzības gadījumā nepieciešams izpildīt remontdarbus. Visiem caurumiem un spraugām lielākām par 0,6 cm jābūt noslēgtām ar metāla režģiem vai metāla vati, īpaši uzmanīgi apseko vadu un cauruļu atveres putnu mītnēs.
- ✓ Durvju, logu, ventilācijas lūku noslēgšana, lai novērstu savvaļas putnu iekļūvi. Vertikālo plastmasas aizkaru lietošana zonās, kur notiek intensīva cilvēku plūsma, lai novērstu putnu piekļūvi.
- ✓ Jumtu pārsegšana ar tīkliem, vai arī asumu izvietošana uz mītnes konstrukcijas, lai novērstu savvaļas putnu ligzdošanos.
- ✓ Jāpasargā putnu mītnes no tieša un netieša kontakta (personāls, apmeklētāji, darba aprīkojums, transports) ar savvaļas dzīvniekiem.
- ✓ Nopļautās zāles atliekām zālienā ap broilercāļu mītni jābūt pēc iespējas īsākām. Betonētā zona/grants (60 cm garumā un 15 cm dziļumā) ap broilercāļu novietni.

Citu sugu mājdzīvnieku novietņu un to izvietojuma ietekmes izvērtējums *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai

- ✓ Nepieļaut citu sugu mājdzīvnieku atrašanos novietnes teritorijā.
- ✓ Teritorijas sakopšana, lai nepiesaistītu citu sugu mājdzīvniekus.
- ✓ Biodrošības noteikumu ievērošana visā ražošanas procesā, it īpaši tiešos un netiešos kontaktos ar mājdzīvniekiem (personāla higiēna, aprīkojuma tīrīšana un dezinfekcija), lai novērstu ierosinātāja iekļūšanu broilercāļu novietnē.

Putnu turēšanas veida un putnu novietnes piesārņojuma ietekmes izvērtējums *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai

- ✓ Teritorijas tīrīšana un uzturēšana kārtībā.
- ✓ Biodrošības noteikumu ievērošana attiecībā uz novietnes teritoriju.
- ✓ Novietnes tīrīšana un dezinfekcija, tās kvalitātes novērtēšana, rakstisku procedūru izstrāde.
- ✓ Dezinfekcijas līdzekļa efektivitātes izvērtēšana.

Rīcība ar izkārnījumiem, izlietotajiem pakaišiem un broilercāļu līkiem

- ✓ Periods starp novietnes iztukšošanu un nākamās cāļu grupas izvietošanu ir pēc iespējas garāks, lai nodrošinātu efektīvu novietnes iztukšošanu, tīrīšanu un dezinfekciju.
- ✓ Nobeigušos putnu pēc iespējas ātrāka izvākšana, optimāli vienu reizi dienā.
- ✓ Mēslu krātuves ierīkošana, blakusproduktu konteineru izvietošana pēc iespējas tālāk no broilercāļu novietnes.
- ✓ Mēslu savākšana jāveic saskaņā ar speciāli izstrādātājiem maršrutiem, lai nepakļautu blakus esošās novietnes kontaminācijai ar ierosinātāju. Novietnes tīrīšanas procesā jānodrošina aprīkojuma tīrīšana un dezinfekcija. Personālam stingri jāievēro darba instrukcijas.
- ✓ Mēslu, izlietoto pakaišu, citu blakusproduktu uzglabāšana, lai novērstu apkārtējās vides kontamināciju (izslēgts kontakts ar apkārtējo vidi, novērsta savvaļas dzīvnieku un kukaiņu piekļuve, notekūdeņu savākšana).
- ✓ Biodrošības noteikumu ievērošana, lai novērstu broilercāļu kontamināciju no mēsliem, pakaišiem un broilercāļu līkiem.
- ✓ Broilercāļu līķu savākšanas konteineriem jābūt izvietotiem ārpus novietnes, savākšanas metodei jābūt tādai, lai neapdraudētu citus novietnē esošos putnus.
- ✓ Broilercāļu līķu savākšanas aprīkojumam un transportlīdzekļiem jābūt izvietotiem ārpus putnu mītnes.
- ✓ Personālam, kas veic broilercāļu līķu savākšanu, jāievēro biodrošības prasības, katru reizi ienākot mītnē. Konteineri broilercāļu līķu savākšanai jāmazgā un jādezinficē pēc katras to savākšanas reizes.

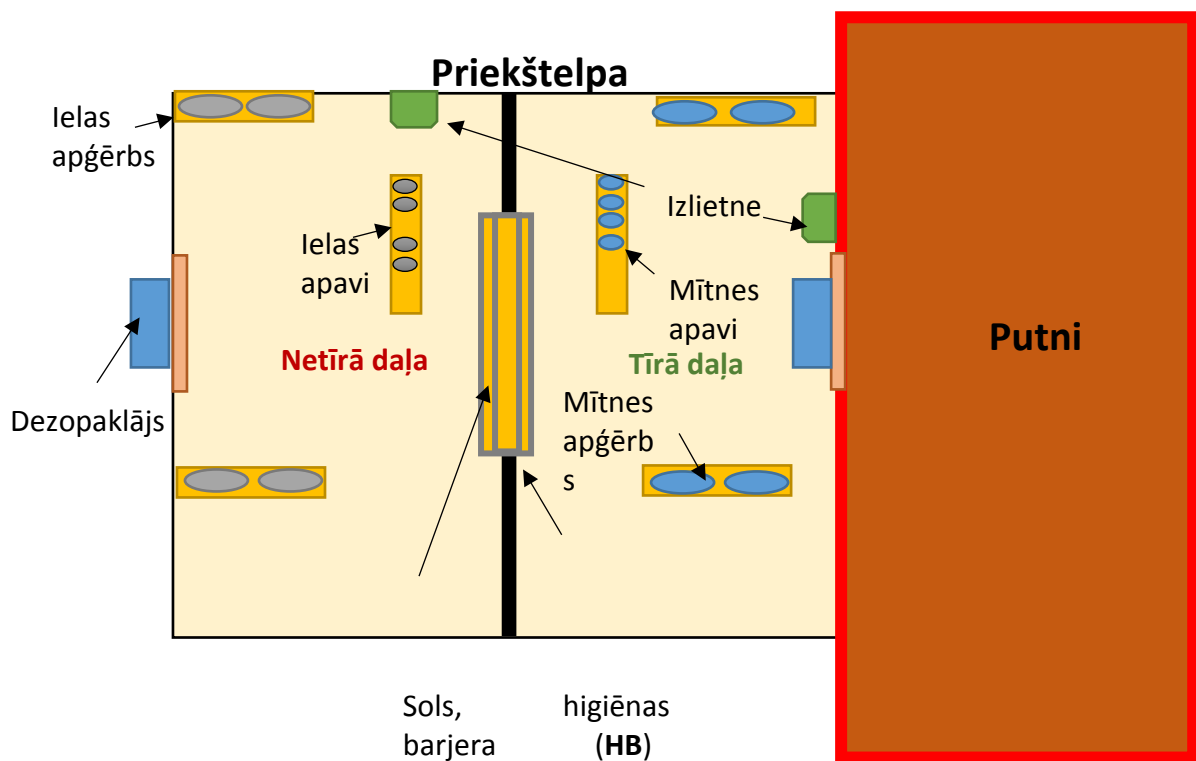
SPECIFISKIE PREVENTĪVIE PASĀKUMI PUTNU NOVIETNĒ

Biodrošība

- ✓ Higiēnas slūžu/barjeru ierīkošana broilercāļu netīrās un tīrās zonu nodalīšanai.
- ✓ Higiēnas slūžu/barjeru ierīkošana nopieciešams vadīties saskaņā ar vispārpieņemtiem ieteikumiem to ierīkošanai patogēno ierosinātāju (arī *Campylobacter* spp.) izplatības mazināšanai.
- ✓ Katrā mītnē vai savienoto mītņu grupā jābūt vienai, ar **higiēnas barjeru (HB) skaidri iezīmētai ieejai putnu mītnei**. Tas atvieglo HB šķērsojošā personāla un aprīkojuma kustību kontroli.
- ✓ Konkrētai mītnei paredzēts apģērbs, darba apavi, mītnes tīrīšanas un dezinfekcijas atrodas HB zonā.
- ✓ HB jābūt skaidri apzīmētai ar lentu, līmlenti, krāsojumu. Ieteicams uz tās novietot zemu soliņu vai citu zemu fizisko barjeru.
- ✓ Ieteicams uzturēt apmeklētāju reģistru katrā mītnē, reģistrējot tos, kuri šķērso HB. Informācijā jāiekļauj: vārds, uzvārds, kontaktinformācija, vizītes mērķis, pēdējie kontakti ar putniem (vismaz pēdējās 3 dienas), apliecinājums par mazgāšanos un apģērbu maiņu kopš pēdējā kontakta ar putniem.
- ✓ HB jānovērš arī savvaļas un mājas dzīvnieku, to izkārnījumu, spalvu iekļūšanu putnu novietnēs.

Šķērsojot higiēnas barjeras, personālam jānovelk ielas apavi un ārā apģērbi, speciāli tam ierīkotajā zonā.

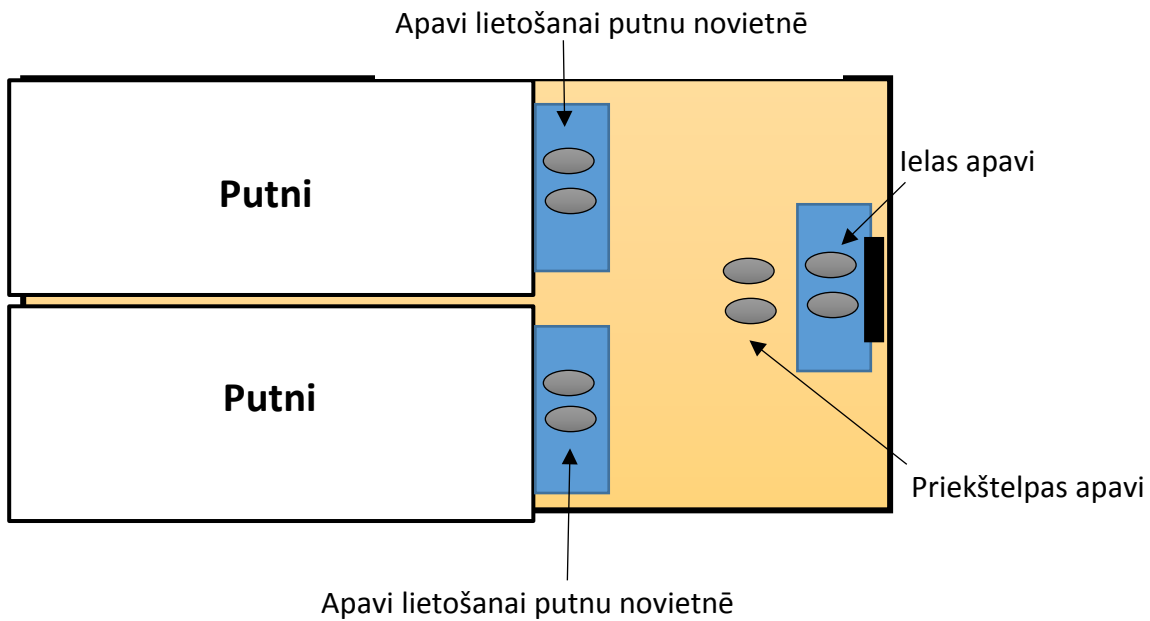
- ✓ Roku mazgāšanas un dezinfekcijas instrukciju ievērošana.
- ✓ Konkrētai mītnei paredzēto kombinezonu un apavu maiņa pēc HB šķērsošanas, turklāt uzmanoties no to kontaminācijas apģērba maiņas procesā.
- ✓ Aizliegts ņemt līdz personiskās mantas, rotas, mobilos telefonus.
- ✓ Visam aprīkojumam, kas tiek ņemts līdz, jābūt iztīrītam un dezinficētam, vai jābūt apliecinājumam, ka šie darba piederumu ir tīri.
- ✓ Šīs pašas procedūras jāievēro, atgriežoties no broilercāļu mītnes un šķērsojot HB.



8.2.1. att. Priekštelpas iekārtojums (Dānijas modelis)

Novietnes personāla un apmeklētāju kustības kontrole *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai

- ✓ Izvērtēt piekļuves nepieciešamību broilercāļiem katrai darbinieku grupai un ierobežot piekļuvi putniem (darbinieku grupas un vizīšu skaits).
- ✓ Personāla apmācība un piesaiste noteiktajām putnu mītnēm.
- ✓ **HB ierīkošana, to šķērsošanas instrukciju izstrāde – ienākšanas un izešanas no putnu mītnes instrukciju izstrāde!!!**
- ✓ Personāla izglītošana par biodrošības pasākumu nozīmi ganāmpulka pasargāšanai no infekcijas ar *Campylobacter* spp.



8.2.2.att. Higiēnas barjeras (HB) sistēma, ko pielieto Somijā

Ieteikumi broilercāļu novietnes menedžmenta programmas īstenošanai *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanā

- ✓ Tīrīšanas un dezinfekcijas režīmu ievērošana starp novietnes depopulāciju un vienu dienu vecu cāļu izmitināšanu ar tīrīšanas un dezinfekcijas kvalitātes kontroli.
- ✓ Uzlabojumi higiēnas kontrolē – attiecībā uz putnu ķeršanas aprīkojumu.
- ✓ Stingra biodrošības noteikumu ievērošana visa broilercāļu nobarošanas perioda laikā.
- ✓ Efektīva transportlīdzekļu un putnu krātiņu tīrīšana, mazgāšana un dezinfekcija.
- ✓ Par efektīviem tika atzīti biodrošības līdzekļi, kurus izmantoja putnu gripas izplatības novēršanai Anglijā – plašāka vertikālo higiēnas barjeru lietošana, dezopaklāji, biežāka darba apģērba maiņa putnu ķērājiem, uzlabota putnu retināšanā izmantojamā aprīkojuma mazgāšana un dezinfekcija.

CAMPYLOBACTER SPP. KONTROLE PUTNOS – ALTERNATĪVIE RISINĀJUMI

- ✓ Var tikt izskatīti citi *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanas varianti kā barības un ūdens uzlabotāju izmantošana.

Probiotikas un prebiotikas

- ✓ Probiotiku saturošu piedevu kā dažādi komerciāli ražotu preparātu ar pierādītu antimikrobiālo iedarbību (*Calsporin*, *Avian Pac Soluble*, *Feed Free*, *Primalac*, kā arī citu probiotiku saturošu barības piedevu lietošana.
- ✓ Prebiotiku un probiotiku kompleksa izmantošana var samazināt kontamināciju ar kampilobaktērijām.

Piedevas barībai vai dzeramajam ūdenim

- ✓ Organisko skābju (skudrskābes, etiķskābes, propionskābes), kombinēto organisko skābju preparātu lietošana (skudrskābes 2,0% kombinācijā ar nātrija sorbātu), komerciāli ražotu preparātu (*Selko*®) uz organisko skābju bāzes, īso virkņu taukskābju, dzelzs tirozīna (L-tirozīns un Fe(III), *TYPLEX*® Chelate preparāts) samazināja *Campylobacter* spp. skaitu aklajā zarnā, kas bija pietiekošs, lai samazinātu kontaminētās broilercāļu gaļas radītos riskus patērētājiem, tapēc šo piedevu lietošanu var izskatīt kā daļu *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanas stratēģijas.

Citas piedevas

- ✓ Fermentēto piena produktu izēdināšana broilercāļiem (raugi, pienskābes baktērija, etiķskābes baktērijas) var novērst zarnu kolonizāciju ar *Campylobacter* spp.
- ✓ Ieteicama augu izcelsmes savienojumu lietošana, kuri uzrādīja antimikrobiālo iedarbību: anetols, karvakrols, cinnamaldehīds, kurkumīns, citrāls, eigenols, timols un vanilīns.
- ✓ Ierosinātājs jutīgs pret dažādu augu ekstraktu iedarbību, ieskaitot baziliku, sarkano piparu, kanēļa mizu, krustnagliņu, ķiploku, lauru lapu, citronu, citrozāli, citronu mirtu, mandarīnu, rūgto un saldo apelsīnu, raudeni, rozmarīnu, salviju un timiānu, kurus var izmantot kā piedevas broilercāļu barībai.
- ✓ Uz augu proteīniem balstīta ēdināšana var sniegt nosakāmu broilercāļu kolonizācijas samazināšanos ar *Campylobacter* spp.

IETEIKUMI KAUŠANAS OPERĀCIJU UZPILDEI BROILERCĀĻU LIEMEŅU KONTAMINĀCIJAI AR *CAMPYLOBACTER* SPP.

SPECIFISKIE PASĀKUMI *CAMPYLOBACTER* SPP. IZPLATĪBAS MAZINĀŠANAI PIRMS KAUŠANAS

- ✓ Putnu kaušana pēc 8-12 stundu badināšanas, lai samazinātu defekāciju un zarnu plīsumu risku kaušanā un liemeņu kontamināciju ar zarnu trakta saturu.
- ✓ Putnu transportēšanas norises uzlabošana, pārskatot transportēšanas krātiņu tīrīšanas un dezinfekcijas režīmus.
- ✓ Krātiņiem jābūt viegli tīrāmiem un no nerūsējoša materiāla.
- ✓ Krātiņu tīrīšanai un dezinfekcijai jānotiek no ražošanas norobežotās telpās.
- ✓ Rekomendēta krātiņu apstrāde ar birstēm, iegremdējot tās mazgāšanas vannās, lai uzlabotu organiskā materiāla atdalīšanu.
- ✓ Krātiņu žāvēšana pirms lietošanas.
- ✓ Mazgāšanas un dezinfekcijas kontrole ar paraugu ņemšanu, lai izvērtētu mazgāšanas un dezinfekcijas režīmu efektivitāti.
- ✓ Sasniedzamais mērķis transportēšanas krātiņu mazgāšanai un dezinfekcijai būtu *Campylobacter* spp. kontaminācijas samazinājums vismaz par 4 log KVV.
- ✓ Nodrošināt atbilstošu kaušanas loģistiku cāļu partiju savstarpējās kontaminācijas novēršanai ar *Campylobacter* spp.
- ✓ Broilercāļu *Campylobacter* spp. statusa noskaidrošana pirms kaušanas.
- ✓ Nodrošināt vispirms *Campylobacter* spp. negatīvu broilercāļu transportēšanu uz kautuvi.
- ✓ Novērst ar *Campylobacter* spp. inficēto un neinficēto broilercāļu vienlaicīgu atrašanos pirmskaušanas telpās.
- ✓ Ar *Campylobacter* spp. inficētus cāļus kaut darba dienas beigās.
- ✓ Samazināt broilercāļu spalvu kontamināciju ar zarnu trakta saturu.
- ✓ Broileru turēšanas apstākļu novērtēšana augšanas ciklā un pirms iekraušanas transportlīdzeklī – pakaiši, ūdens, barība, blakusproduktu klātbūtne, transportēšanas procesa organizēšana - var ietekmēt broilercāļu spalvu kontamināciju ar *Campylobacter* spp.

KAUTUVES VIDES KONTAMINĀCIJA AR *CAMPYLOBACTER* SPP. UN KRUSTENISKĀS KONTAMINĀCIJAS IESPĒJAS

- ✓ Kaušanas līnijas uzturēšana labā tehniskā stāvoklī efektīvas apdullināšanas un atasiņošanas nodrošināšanai.

Plaucēšana

- ✓ Plaucēšanas režīmu uzstādījumu pārskatīšana, jo plaucēšanas ūdens temperatūra un plaucēšanas izpilde var būtiski ietekmēt ierosinātāja izplatību
- ✓ Pretstraumes izmantošana broilercāļu plaucēšanas vannās (ūdens plūsma pret liemeņiem).
- ✓ Intensīva ūdens straume novērš netīrumu uzkrāšanos.
- ✓ Pēc iespējas vairāk tīra ūdens pievienošana.
- ✓ Regulāra plaucējamā ūdens maiņa.
- ✓ Plaucējamā ūdens pēc iespējas augstākas temperatūras uzturēšana (virs 55°C).
- ✓ Vairāku plaucēšanas vannu izmantošana.
- ✓ Plaucējamā ūdens temperatūras paaugstināšana kaušanas pārtraukumos.
- ✓ Plaucēšanas vannu iztukšošana un tīrīšana pārstrādes posma beigās.

Atspalvošana

- ✓ Samazināt krusteniskās kontaminācijas iespējamību starp dažādām cāļu partijām.
- ✓ Pārmērīga spalvas aplikumu veidošanās kontrole atspalvošanas zonā, to laicīga aizvākšana.
- ✓ Liemeņu un aprīkojuma skalošana.
- ✓ Regulāra aprīkojuma regulēšana, kā arī uzturēšana labā tehniskajā stāvoklī, mazāk intensīva atspalvošana (spiediena radīšana uz liemeņa virsmām).
- ✓ Gumijas pirkstu ikdienas tīrīšana un tehniskā stāvokļa novērtēšana, bojāto pirkstu aizvietošana.
- ✓ Atspalvošanas telpu regulāra ventilācija, lai novadītu putekļus un ūdeni, novēršot aerosola izplatību tīrajā zonā.

Eviscerācija

- ✓ Aprīkojuma regulēšana atbilstoši broilercāļu izmēram, kā arī pēc iespējas vienāda izmēra putnu kaušana vienlaikus (šķirošana pēc dzimuma).
- ✓ Eviscerācijas kontrole pirms noslēguma ārējās un iekšējās skalošanas, lai atklātu zarnu satura noplūdi vai zarnu pārrāvumus, kuru iemesls var būt problēmas iekārtu darbībā.
- ✓ Broilercāļu sagatavošana transportēšanai (badināšana), lai samazinātu zarnu pildījumu un zarnu plīsumus eviscerācijas posmā.
- ✓ Liemeņu mazgāšana *Campylobacter* spp. izplatības mazināšanai ar augstu spiedienu vairākos piegājienos.
- ✓ Dušu sprauslu atbilstoša izvietošana, lai nodrošinātu pilnu liemeņu ārējo un iekšējo virsmu skalošanu.
- ✓ Mazgāšanas procesa kontrole, pārbaudot dušu sprauslu funkcionēšanu ražošanas procesā.

Atdzesēšana

- ✓ Atbilstoša liemeņu sagatavošana atdzesēšanai, bez vizuāli redzamas kontaminācijas.
- ✓ Temperatūras samazinājumam jābūt straujam, lai novērstu *Campylobacter* spp. pielāgošanos vides apstākļiem.
- ✓ Vēlams izvairīties no ūdens kondensāta veidošanās.
- ✓ Pēc iespējas mazāk izmantot ūdens smidzinātājus, jo tie ievērojami paaugstina relatīvo mitrumu.
- ✓ Atbilstošas dzesēšanas līnijas ātruma noregulēšana, lai nodrošinātu efektīvu liemeņu dzesēšanu.
- ✓ Īslaicīga UV gaismas izmantošana pirms liemeņu pārvietošanas no dzesēšanas kameras.

Dekontaminācija

- ✓ Fizikālās dekontaminācijas pielietojuma izskatīšana smagas liemeņu kontaminācijas gadījumā ar *Campylobacter* spp.: saldēšana, apstrāde ar tvaiku.

IETEIKUMI *CAMPYLOBACTER SPP.* IZPLATĪBAS MAZINĀŠANAI GAĻAS SADALES UN IEPAKOŠANAS UZŅĒMUMOS

- ✓ Liemeņu un sadalītu liemeņu iepakošana cieši noslēgtos iepakojumos, kas ļauj novērst gaļas sulas noplūdi un tādējādi arī krustenisko kontamināciju.
- ✓ Labas higiēnas prakses ievērošana sadales un pakošanas uzņēmumos.
- ✓ Darba pienākumu pārdale, lai personāls, kas strādā ar svaigu gaļu, nestrādātu ar iepakojumiem un iepakotu produkciju, un otrādi.
- ✓ Pēc iespējas kompaktāka produkcijas iepakošana, lai tirdzniecības uzņēmumiem būtu vieglāk vērt vaļā, izvietot un realizēt produkciju, novēršot dažādu iepakojuma saturu sajaukšanu.
- ✓ Darbs ar inovatīvajiem iepakojumiem, piemēram, kurus var apstrādāt termiski gaļu no tā neizņemot (iepakots jau uzņēmumā), novēršot krusteniskās kontaminācijas iespējas patērētāju virtuvēs.
- ✓ Izvērtēt tādu produktu minimālu apstrādi, kas būtiski nemaina tā īpašības, piemēram, vāja sāļjuma pievienošana broilercāļu gaļai, kas iznīcina *Campylobacter spp.*

CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA MAZUMTIRDZNIECĪBĀ

- ✓ Ierosinātāja augšanas apstākļu izvērtēšana:
 - vislabāk vairojas $+42^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$;
 - minimālā augšanas temperatūra 32°C ;
 - termiska apstrāde iznīcina;
 - jutīgs pret skābju iedarbību un neaugs zem pH 4,9;
 - jutīgs pret sāls iedarbību, iznīcina 2,0% sāls koncentrācija pat optimālajos augšanas apstākļos;
 - vislabāk aug produktos ar augstu mitruma saturu ($a_w \sim 0,98$);
 - jutīgs pret gaisa skābekļa iedarbību.
- ✓ Labas higiēnas prakses ievērošana pārstrādes, uzglabāšanas un pārdošanas posmos.
- ✓ Atbilstoša darba iekārtu, virsmu un piederumu tīrīšana un dezinfekcija, izvairoties no darbībām vienlaicīgi ar svaigo un apstrādāto produkciju.
- ✓ Personāla higiēnas ievērošana.
- ✓ Atbilstoša produkcijas termiska vai cita veida apstrāde saskaņā ar apstiprinātām tehnoloģiskajām kartēm, atbilstošu produkcijas uzglabāšanas apstākļu nodrošināšana.

CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBA SABIEDRISKĀS ĒDINĀŠANAS SEKTORĀ

- ✓ Kvalitatīvā dzeramā ūdens izmantošana pārtikas uzņēmumā.
- ✓ Darba telpu uzturēšana atbilstoši pārtikas aprītē iesaistīto uzņēmumu prasībām.
- ✓ Labas higiēnas prakses produkcijas sagatavošanā, kā arī personāla higiēnas noteikumu ievērošana pārtikas ražošanas procesā.
- ✓ Atdalīt svaigas gaļas vitrīnas no termiski apstrādātās gaļas vitrīnām.
- ✓ Neizmantot darba instrumentus (dakšas, naži, stangas, dēļiši), ja tādi tiek izmantoti, vienlaicīgi vairākiem produktiem, arī svaigas produkcijas, veidiem.
- ✓ Vienmēr mazgāt un dezinficēt darba piederumus pēc kontakta ar svaigu gaļu.
- ✓ Izvairīties no gaļas sulas pilēšanas uz citiem produktiem to fasēšanā, uzreiz pirms svēršanas ievietojot produkciju vienreizlietojamos maisiņos.
- ✓ Izvietojot produkciju jāuzglabā vispiesārņotākās liemeņa daļas, piemēram fileju, spārnus, kaklus tuvāk svariem, lai novērstu gaļas sulas pilēšanu uz citiem realizācijā esošajiem produktiem.
- ✓ Atdalīt svaigu cāļu gaļu no citu dzīvnieku gaļas, uzglabājot vienā vitrīnā, jo cāļu gaļa būs piesārņotāka ar *Campylobacter* spp. salīdzinājumā ar citiem gaļas veidiem.
- ✓ Darba vietas uzturēšana kārtībā, ar regulāru aukstuma vitrīnu, paplāšu, uzglabāšanas trauku, svaru un darba piederumu mazgāšanu un dezinfekciju.
- ✓ Atbilstoša produkcijas uzglabāšana: temperatūra, uzglabāšanas periods, svaigas produkcijas nodalīšana no termiski apstrādātās.

CAMPYLOBACTER SPP. IZPLATĪBAS MAZINĀŠANA PATĒRĒTĀJU LĪMENĪ

- ✓ Patērētāju izglītošana par to, ka gaļas mazgāšana veicina patogēno mikroorganismu, arī *Campylobacter* spp., izplatību virtuvēs. Nepieciešamības gadījumā produkts var tikt noslaucīts ar papīra dvieli.
- ✓ Brīdinājuma zīmju izvietošana veikalos par to, ka cāļu gaļu pirms gatavošanas nav ieteicams mazgāt.
- ✓ Griešanas dēlīša mazgāšana pēc svaigas cāļa gaļas apstrādes.
- ✓ Atsevišķu dēlīšu lietošana gatavai un svaigai produkcijai.
- ✓ Vislabākais dezinficējošais efekts tiek panākts, mazgājot virtuves dēlīšus karstā ūdenī (68°C). Var dēlīšu mazgāšanai papildus izmantot ziepes (trauku mazgāšanas līdzekli).
- ✓ Svaigas broilercāļu gaļas uzglabāšana aizvērtos iepakojumos, novēršot tās sulas pilēšanu uz citiem, it īpaši lietošanai gataviem produktiem.
- ✓ Svaigas cāļu gaļas, arī marinētas cāļu gaļas, uzglabāšana ledusskapī, novēršot dažādu pārtikas infekciju ierosinātāju vairošanos.
- ✓ Atbilstoša gaļas termiskā apstrāde.
- ✓ Roku, darba rīku mazgāšana pēc svaigas broilercāļu gaļas gatavošanas.
- ✓ Patērētāju izglītošanas kampaņas par efektīvu higiēnas procedūru nepieciešamību, gatavojot pārtiku, arī grillējot pārtiku ārpus mājām.

PIELIKUMI

1. Pielikums

Papildu biodrošības prasības inkubatoros

Ieteikumi putnu novietņu lokalizācijai un ražošanas organizācijai

- ✓ Inkubatoros telpu izvietojumam jāņem vērā ražošanas plūsmu un gaisa cirkulācijas kustību; olu, vienas dienas vecu cāļu un gaisa cirkulācijai jānotiek vienā virzienā "one way flow".
- ✓ Telpās fiziski jāatdala šādas zonas un telpas:
 - Personāla ģērbtuves, dušas un sanitārie mezgli;
 - Olu pieņemšana, uzglabāšana, tālāk nodošana;
 - Inkubēšana;
 - Darbības ar vienu dienu veciem cāļiem;
 - Olu kastu un vienu dienu vecu cāļu kastu, ķīmikāliju, citu piederumu uzglabāšana;
 - Aprīkojuma mazgāšana;
 - Blakusproduktu savākšana;
 - Personāla atpūtas telpas;
 - Kabineti.

Papildu prasības inkubējamām olām:

- ✓ Pakaišiem un perēšanas paliktņiem jābūt tīriem.
- ✓ Olām inkubēšanai jābūt savāktam bieži, vismaz katru dienu, un ievietotām jaunā vai dezinficētā iepakojumā.
- ✓ Netīras, ieplēstas olas, saplēstas olas jāsavāc atsevišķi, un tās nevar izmantot inkubēšanai.
- ✓ Inkubējamās olas pēc savākšanas notīra un nodezinficē pēc iespējas ātrāk.
- ✓ Inkubatorā izmantojamajam dezinfekcijas līdzeklim jābūt atbilstošam un tā darba koncentrācijas sagatavošanai un ekspozīcijas laika noteikšanai jārikojas saskaņā ar ražotāja instrukcijām.
- ✓ Inkubējamās olas vai to iepakojuma materiāls jāmarķē, lai nodrošinātu izsekojamību un praktizējošā veterinārārsta veterinārmedicīnisko aprūpi.
- ✓ Inkubācijas olas jāuzglabā speciāli šim nolūkam paredzētā telpā pēc tīrīšanas un dezinfekcijas. Uzglabāšanas apstākļiem jābūt tādiem, lai novērstu iespējamo mikrobioloģisko kontamināciju un mikroorganismu augšanu, kā arī, lai izdotos izperēt vislielāko iespējamo procentu no inkubācijas olām.
- ✓ Telpai jābūt labi ventilētai, tīrai, regulāri dezinficētai ar šim nolūkam paredzēto dezinfekcijas līdzekli.

Papildu biodrošības pasākumi inkubatoriem:

- ✓ Bojā gājušie embriji olu čaumalā jāizvāc no inkubatora uzreiz pēc to atklāšanas, to izņemšanai jānotiek efektīvi un neapdraudot pārējo olu inkubēšanu.
- ✓ Visus blakusproduktus un aprīkojumu uzglabā uz vietas konteinerā vai vismaz pārklāj ar aizsargmateriālu, lai novērstu netīrumu izplatīšanos. Tie jāiznes no inkubatora pēc iespējas ātrāk.
- ✓ Pēc lietošanas inkubatora aprīkojums, galdi un virsmas ātri un rūpīgi jānotīra un jādezinficē ar tam paredzētu dezinfekcijas līdzekli.
- ✓ Darbiniekiem, kas strādā ar olām un ar vienu dienu veciem cāļiem jāmazgā rokas ar ziepēm un ūdeni pirms darba uzsākšanas, kā arī darbā pārtraukumos, kad paredzēts darbs ar inkubējamo olu vai vienu dienu vecu cāļu dažādām partijām no dažādiem māšu ganāmpulkiem.
- ✓ Inkubējamām olām un vienu dienu veciem cāļiem jābūt identificējamiem inkubēšanas, šķirošanas un transportēšanas gaitā.
- ✓ Vienu dienu vecus cāļus jāpiegādā novietnei tīros un dezinficētos vai jaunos konteineros.

Papildu drošības pasākumi broilercāļu novietnēs

Vispārējās prasības broilercāļu novietnēm:

1. Prasības, kas kopīgas broilercāļu novietnēm un inkubatoriem:
 - Atbilstošs ģeogrāfiskais izvietojums. Jāapsver attālums līdz citām putnu fermām un dzīvnieku novietnēm, savvaļas putnu koncentrācija apkārt teritorijai un attālums no ceļiem putnu transportēšanai.
 - Putnu novietnēm jābūt izvietotām un uzbūvētām tā, lai nodrošinātu atbilstošu ūdens apgādi un notekūdeņu aizvadīšanu. Notekūdeņi nedrīkst nokļūt apkārtējā vidē.
 - Putnu novietņu dizainam un konstrukcijai jābūt tādai, kas paredz to vieglu kopšanu un dezinfekciju (gludas virsmas bez porām). Zonai apkārt broilercāļu novietnei jābūt no betona vai cita materiāla bez porām, lai varētu nodrošināt efektīvu mazgāšanu un dezinfekciju.
 - Ap ēkām jānodrošina floras ierobežošanu (pļaušana, krūmu izciršana).
 - Teritorijai jābūt iežogotai, lai kontrolētu cilvēku kustību un dzīvnieku piekļuvi.
 - Pie ieejas broilercāļu novietnes teritorijā jābūt brīdinājuma zīmei par iekļuvi novietnē tikai ar atļaujām.
2. Specifiskie pasākumi broilercāļu novietnēm:
 - Novietnēs jātur tikai viena suga, kā arī jāizmanto tikai viens ražošanas tips. Jāapsver "viss pilns – viss tukšs" principu. Ja tas netiek pielietots, tad jānodrošina, ka katra broilercāļu novietne ir atsevišķa epidemioloģiskā vienība.
 - Broilercāļu novietnei, ēkām barības, olu un citu materiālu uzglabāšanai jābūt strukturēti tā, lai novērstu savvaļas putnu, grauzēju un kukaiņu piekļuvi.
 - Novietnes grīdām jābūt betonētām vai no cita materiāla bez porām, lai nodrošinātu to efektīvu tīrīšanu un dezinfekciju.
 - Iespēju robežās nodrošināt barības piegādi ārpus putnu novietnes iežogojuma.
3. Rekomendācijas broilercāļu novietnes uzturēšanai
 - Katrai broilercāļu turēšanas iestādei jābūt rakstveida biodrošības plānam. Broilercāļu novietņu darbiniekiem jābūt nodrošinātai apmācībai biodrošībā putnkopībā, kā arī jābūt izpratnei par rīcības sekām dzīvnieku veselībai, cilvēku veselībai un pārtikas drošībai.
 - Jābūt labai komunikācijai starp putnu ražošanas ķēdē iesaistīto personālu, lai pārliecinātos, ka tiek īstenoti visi nepieciešami pasākumi patogēno mikroorganismu iekļuves novēršanai un izplatības mazināšanai.
 - Jābūt izsekojamībai broilercāļu ražošanas ķēdē.
 - Jābūt uzturētiem ražošanas datiem par broilercāļu novietnes veselības, ražošanas, vakcinācijas, mirstības un uzraudzības datiem. Jābūt pierakstiem par

tīrīšanas un dezinfekcijas pasākumiem broilercāļu novietnēs. Visiem datiem jābūt pieejamiem nepieciešamības gadījumā.

- Broilercāļu veselību novietnē uzrauga praktizējošs veterinārārsts.
- Antimikrobiālie līdzekļi jālieto stingri vadoties saskaņā ar to lietošanas instrukcijām, lai izvairītos no antimikrobiālās rezistences veidošanās.
- Putnu novietnēm jābūt tīrām no veģetācijas un blakusproduktiem, kas var piesaistīt dzīvniekus un kaitēkļus.
- Jābūt izstrādātām procedūrām, lai novērstu savvaļas putnu iekļūšanu broilercāļu novietnēs. Uz vietas jābūt efektīvai grauzēju un kukaiņu kontroles programmai.
- Kustībai novietnes teritorijā jābūt stingri uzraudzītai, lai nodrošinātu, ka novietnē nokļūst tikai autorizētās personas un transportlīdzekļi.
- Personālam un apmeklētājiem stingri jāseko biodrošības instrukcijām. Parasti apmeklētāji un darbinieki pēc dušas uzvelk uzņēmuma apģērbu un apavus. Ja tas nav praktiski īstenojams, tad jānodrošina kombinezoni, cepurītes un bahilas, kuras uzvelk virsū apģērbam. Visiem apmeklētājiem un transportlīdzekļiem, kas nokļūst novietnes teritorijā, jābūt reģistrētiem uzņēmuma reģistros.
- Personālam un apmeklētājiem nedrīkst būt kontakts ar citu novietņu putniem, to blakusproduktiem, vai putnu ražošanas / gaļas pārstrādes uzņēmumiem. Periods, kādu nepieciešams ievērot no pēdējā kontakta līdz novietnes apmeklējumam, ir atkarīgs no infekciozo aģentu pārnēsāšanas riska, putnu ražošanas tipa, biodrošības pasākumiem uz vietas un infekciju klātbūtnes novietnē.
- Visi transportlīdzekļi, kuri iebrauc novietnes teritorijā jātīra un jādezinficē saskaņā ar biodrošības plānu. Piegādes transportu jātīra un jādezinficē pirms katras putnu partijas pārvadāšanas.

4. Papildu pasākumi visām putnu mītnēm:

- Iespēju robežās jāīsteno “viss pilns – viss tukšs” novietnes menedžmenta programma. Ja tas nav iespējams, un vienai kompānijai pieder vienlaicīgi vairākas novietnes, tad katru novietni jāizskata kā atsevišķu epidemioloģisko vienību.
- Visiem apmeklētājiem un personālam, jāmazgā rokas ar ziepēm un ūdeni, vai arī jādezinficē, izmantojot efektīvu dezinfekcijas līdzekli. Personālam un apmeklētājiem jāmaina apavi, papildus izmanto dezinfekcijas sprejus vai atbilstoši sagatavotus dezinfekcijas līdzekļus dezinfekcijas vannās. Visi vannās esošie dezinfekcijas līdzekļi regulāri jāmaina, lai nodrošinātu to darbības efektivitāti, saskaņā ar ražotāja instrukcijām.
- Viss aprīkojums pirms darba uzsākšanas novietnē jāmazgā un jādezinficē.
- Citi dzīvnieki putnu novietnē nokļūt nedrīkst. Dzīvnieki nedrīkst nokļūt arī lopbarības, olu, kā arī citu materiālu uzglabāšanas telpās.
- Putnu dzirdināšanai jāizmanto dzeramās kvalitātes ūdens. Aizdomu gadījumos uz kontamināciju, jānodrošina ūdens mikrobioloģiskā testēšana. Ūdensapgādes sistēmai jābūt iztīrītai un dezinficētai starp dažādām cāļu partijām, kad putnu mītne ir tukša.

- Atražošanai izmantotajiem putniem jābūt no ganāmpulkiem, kuri ir brīvi no ierosinātājiem, kas var tikt nodoti vertikāli.
- Lopbarība ir jāapstrādā termiski vai jāpievieno baktericīdas vai bakteriostatiskas vielas, piemēram, organiskās skābes. Ja lopbarības termiskā apstrāde nav iespējama, tad rekomendēta bakteriostatisku vai baktericīdu vielu lietošana. Lopbarībai jānovērš savvaļas dzīvnieku, putnu un grauzēju piekļuve. Izbirusi lopbarība jāsavāc uzreiz, lai nepievilinātu savvaļas putnus un grauzējus. Nedrīkst pārvietot lopbarību no vienas putnu novietnes otrā.
- Pakaišiem putnu mītnēs jābūt sausiem un labā stāvoklī.
- Miruši putni jāizvāc no novietnes pēc iespējas ātrāk, vismaz reizi dienā. Šo darbību jāveic efektīvi un neapdraudot putnu veselību.
- Putnu ķērājiem jābūt apmācītiem putnu kopšanas un biodrošības jautājumos.
- Lai samazinātu stresu putniem, tie jātransportē labi ventilētos konteineros. Putni nedrīkst būt pārblīvēti. Jāizvairās no lielām temperatūras svārstībām.
- Konteineri vai krātiņi jātīra un jādezinficē pēc katras lietošanas. Apstrādei jābūt efektīvai.
- Pēc putnu novietnes iztukšošanas jāizvāc fekālijas un pakaiši, ka arī tie jāapstrādā tādā veidā, lai novērstu infekciozo ierosinātāju izplatības risku. Ja pakaiši starp putnu partijām netiek iztīrīti un apmainīti, tad tie ir jāapstrādā tā, lai samazinātu infekciozo ierosinātāju izplatību no vienas cāļu partijas uz otru. Pēc fekāliju un pakaišu izvākšanas jāveic putnu novietnes un aprīkojuma tīrīšana un dezinfekcija.
- Brīvi turētu putniem ar piekļuvi ārvidei barotavām un barībai jāatrodas iekštelpās, lai nepievilinātu savvaļas putnus. Mājputni nedrīkst piekļūt tādiem piesārņojuma avotiem kā sadzīves atkritumi, pakaišu uzglabāšanas zona, citi dzīvnieki, stāvoši ūdeņi, nezināmas kvalitātes ūdens. Olu dēšanai paredzētajai vietai jāatrodas iekštelpās.

Dažādu dezinfekcijas līdzekļu eksperimentālās aplikācijas piemēri broļercāļu novietņu dezinfekcijai Īrijā (Battersby, Walsh, Whyte, & Bolton, 2017)

Dezinfekcijas līdzeklis	Forma	Pielietotā koncentrācija	Aplicēšana	Efektīvs	Neefektīvs
Nātrija hidrohlorīds	Putas	5%	Deterģents. Kontakta laiks 20 min. Putas noskalotas ar siltu ūdeni	Barošanas ierīces	Zona ap novietni, priekštelpa, mītnes durvis, kolonnas, barjeras +++; sienas, svāri ++; dzirdinātavas +
Nātrija hidroksīds	Putas	1%	Deterģents. Kontakta laiks 20 min. Putas noskalotas ar siltu ūdeni	-	Zona ap novietni, priekštelpa, dzirdinātavas, barjeras, svāri +++; mītnes durvis sienas, barotavas, barjeras ++;
K peroksimonosulfāts, sulfamīnskābe, NaCl	Izsmidzina/aerosols	1%	Ar augstspiediena iekārtu uz sausām virsmām, 300ml/m ²	Novietnes durvis, priekštelpa	Zona ap novietni, barotavas, dzirdinātavas, svāri ++; sienas, kolonnas, barjeras +

Dezinfekcijas līdzeklis	Forma	Pielietotā koncentrācija	Aplicēšana	Efektīvs	Neefektīvs
K peroksimonosulfāts, sulfamīnskābe, NaCl	Miglo telpas	5%	Termālā miglošanas iekārta, 1l/m ²	Priekštelpa, barotavas, dzirdinātavas, sienas, kolonnas, barjeras, svari	Zona ap novietni ++, mītnes durvis +
H ₂ O ₂ , d-limonēns,	aerosols	1%	Ar augstspiediena mazgāšanas iekārtu uz sausām virsmām, 300 ml/m ²	Barotavas, kolonnas	Dzirdinātavas, svari +++, zona ap novietni, durvis ++; priekštelpa, sienas, barjeras +
Glutāraldehīds, Četraizvietotā (kvartārā) amonija savienojumi	aerosols	0,5%	Ar augstspiediena mazgāšanas iekārtu uz sausām virsmām, 250 ml/m ²	Sienas, kolonnas, barjeras	Zona ap novietni, priekštelpa, barotavas, svari ++; durvis, dzirdinātavas+
Glutāraldehīds, Četraizvietotā (kvartārā) amonija savienojumi	Miglo telpas	0,3	Termālā miglošanas iekārta, 1l/m ²	Priekštelpa, durvis, dzirdinātavas, sienas, barotavas, barjeras, kolonnas, svari	

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Agunos, A., Waddell, L., Leger, D., & Taboada, E. (2014). A systematic review characterizing on-farm spources of *Campylobacter* spp. for broiler chickens. *PLoS ONE*, *9*(8), e104905.
- Allen, K., & Griffiths, M. (2001). Use of luminescent *Campylobacter jejuni* ATCC 33291 to assess eggshell colonization and penetration in fresh and retail eggs. *Journal of Food Protection*, *64*, 2058-2062.
- Allen, V. B., C. J., Domingue, G., Jorgensen, F., Frost, J., Whyte, R., . . . Humphrey, T. (2007a). *Campylobacter* spp. contamination of chicken carcasses during processing in relation to flock colonisation. *International Journal of Food Microbiology*, *113*, 54-61.
- Allen, V., Bull, S., Corry, J., Domingue, G., Jorgensen, F., Frost, J., . . . Humphrey, T. (2007). *Campylobacter* spp. ontamination of chicken carcasses during processing in relation to flock colonization. *International Journal of Food Microbiology*, *113*, 54-61.
- Allen, V., Burton, C., Wilkinson, D., Whyte, R., Harris, J., Howell, M., & Tinker, D. (2008b). Evaluation of the performance of differemt cleaning treatments in reducing microbial contamination of poultry transport crates. *British Poultry Science*, *49*, 233-240.
- Allen, V., Weaver, H., Ridley, A., Harris, J., Sharma, M., Emery, J., . . . Edge, S. (2008). Sources and spread of thermophilic *Campylobacter* spp. duirng partial depopulation of broiler chicken flocks. *Journal of Food Protection*, *71*(2), 264-270.
- Al-Qadiri, H., Lu, X., Al-Alami, N., & Rasco, B. (2011). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Campylobacter jejuni* in bottled purified drinking water under different storage conditions. *Journal of Food Protection*, *74*(2), 254-260.
- Althaus, D., Zweifel, C., & Stephan, R. (2017). Analysis of a poultry slaughter process: Influence of process stages on the microbiological contamination of broiler carcasses. *Italian Journal of Food Safety*, *6*(4), 7097.
- Arnold, J., & Silvers, S. (2000). Comparison of poultry processing equipment surfaces for susceptibility to bacterial attachment and biofilm formation. *Poultry Science*, *79*, 1215-1221.
- Arsenault, J., Letellier, A., Quessy, S., & Boulianne, M. (2007). Prevalence and risk factors for *Salmonella* and *Campylobacter* spp. carcass contamination in broiler chicken slaughtered in Quebe, Canada. *Journal of Food Protection*, *70*, 1820-1828.
- Arsenault, J., Letellier, A., Quessy, S., Normand, V., & Boulianne, M. (2007). Prevalence and risk factors for *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. caecal colonization in broiler chicken and turkey flocks slaughtered in Quebec, Canada. *Preventive Veterinary Medicine*, *81*, 250-264.

- Arsi, K., Donoghue, A., Woo-ming, A., Blore, P., & Donoghue, D. (2015). Intraclonal inoculation, an affective screening method for determining the efficacy of probiotic bacterial isolates against *Campylobacter* colonization in broiler chickens. *Journal of Food Protection*, *78*, 209-213.
- Arsi, K., Donoghue, A., Woo-Ming, A., Blore, P., & Donoghue, D. (2015). The efficacy of selected probiotic and prebiotic combinations in reducing *Campylobacter* colonization in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, *24*, 327-334.
- Atterbury, R., Dillon, E., Swift, C., Connerton, P., Frost, J., Dodd, C., . . . Connerton, I. (2005). Correlation of *Campylobacter* bacteriophage with reduced presence of hosts in broiler chicken ceca. *Applied and Environmental Microbiology*, *71*, 4885-4887.
- augusts), K. R. (bez datuma). ar ko Regulu (EK) Nr. 2073 groza attiecībā uz *Campylobacter* broileru liemeņos. Ielādēts no <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/ALL/?uri=CELEX%3A32017R1495>
- Avci, F. (2016). A chicken vaccine to protect humans from diarrheal disease. *Glycobiology*, *26*, 1137-1139.
- Bahrndorff, S., Rangstrup-Christensen, I., Nordentoft, S., & Hald, B. (2013). Foodborne disease prevention and broiler chickens with reduced *Campylobacter* infection. *Emerging Infectious Diseases*, *19*, 425-430.
- Bare, J., Uyttendaele, M., Habib, I., Depraetere, O., Houf, K., & De Zutter, L. (2013). Variation in *Campylobacter* distribution on different sites of broiler carcasses. *Food Control*, *32*(1), 279-282.
- Barrios, P., Reiersen, J., Lowman, R., Bisaillon, J., Michel, P., Fridriksdottir, V., . . . Martin, W. (2006). Risk factors for *Campylobacter* colonization in broiler flocks in Iceland. *Preventive Veterinary Medicine*, *74*(4), 264-278.
- Battersby, T., Walsh, D., Whyte, P., & Bolton, D. (2017). Evaluating and improving terminal hygiene practices on broiler farms to prevent *Campylobacter* cross-contamination between flocks. *Food Microbiology*, *64*, 1-6.
- Battersby, T., Whyte, P., & Bolton, D. (2016). Protecting broilers against *Campylobacter* infection by preventing direct contact between farm staff and broilers. *Food Control*, *69*, 346-351.
- Battersby, T., Whyte, P., & Bolton, D. (2016). The pattern of *Campylobacter* contamination on broiler farms; external and internal sources. *Journal of Applied Microbiology*, *120*, 1108-1118.
- Beery, J., Hugdahl, M., & Doyle, M. (1988). Colonization of gastrointestinal tracts of chicks by *Campylobacter jejuni*. *Applied and Environmental Microbiology*, *50*, 2365-2370.
- Berndtson, E., Danielsson-Tham, M., & Engvall, A. (1996). *Campylobacter* incidence on a chicken farm and the spread of *Campylobacter* during the slaughter process. *International Journal of Food Microbiology*, *32*, 35-47.
- Berndtson, E., Emanuelson, U., Enqvall, A., & Danielsson-Tham, M. (1996). 1-year epidemiological study of *Campylobacter* in 18 Swedish chicken farms. *Preventive Veterinary Medicine*, *26*, 167-185.

- Berrang, M., & Dickens, J. (2000). Presence and level of *Campylobacter* spp. on broiler carcasses throughout the processing plant. *Applied Poultry Research*, 9, 43-47.
- Berrang, M., Buhr, R., Cason, J., & a. (2000). *Campylobacter* recovery from external and internal organs of commercial broiler carcass prior to scalding. *Poultry Science*, 79, 286-290.
- Berrang, M., Northcutt, J., Fletcher, D., & Cox, N. (2003). Role of dump cage fecal contamination in the transfer of *Campylobacter* to carcasses of previously negative broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 12, 190-195.
- Bhaduri, S., & Cottrell, B. (2004). Survival of cold-stressed *Campylobacter jejuni* on ground chicken and chicken skin during frozen storage. *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 7103-7109.
- Bilgili, S. (1988). Effect of feed and water withdrawal on shear strength of broiler gastrointestinal tract. *Poultry Science*, 67, 845-847.
- Byrd, J., Bailey, R., Wills, R., & Nisbet, D. (2007). Recovery of *Campylobacter* from commercial broiler hatchery trayliners. *Poultry Science*, 86(1), 26-29.
- Byrd, J., Hargis, B., Corrier, D., Brewer, R., Caldwell, D., Bailey, R., . . . Stanker, L. (2002). Fluorescent marker for the detection of crop and upper gastrointestinal leakage in poultry processing plants. *Poultry Science*, 81(1), 70-74.
- Blaser, M., Hardesty, H., Powers, B., & WL, W. (1980). Survival of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni* in biological milieu. *Journal of Clinical Microbiology*, 11(4), 309-313.
- Blaser, M., Smith, P., Wang, W., & Hoff, J. (1986). Inactivation of *Campylobacter jejuni* by chlorine and monochloramine. *Applied and Environmental Microbiology*, 51, 307-311.
- Boysen, L., Nauta, M., & Rosenquist, H. (2016). *Campylobacter* spp. and *Escherichia coli* contamination of broiler carcasses across the slaughter line in Danish slaughterhouses. *Microbiological Risk Analysis*, 2-3, 63-67.
- Borck Hog, B., Sommer, H., Larsen, L., Sorensen, A., David, B., Hofshagen, M., & Rosenquist, H. (2016). Farm specific risk factors for *Campylobacter* colonisation in Danish and Norwegian broilers. *Preventive Veterinary Medicine*, 130(1), 137-145.
- Bouwknegt, M., van der Giessen, A., Dam-Deisz, W., Havelaar, A., Nagelkerke, N., & Henken, A. (2004). Risk factors for the presence of *Campylobacter* spp. in Dutch broiler flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, 62, 35-49.
- Buhr, R., Cason, J., Dickens, J., Hinton, J., & Ingram, K. (2000). Influence of flooring type during transport and holding on bacteria recovery from broiler carcass rinses before and after defeathering. *Poultry Science*, 79, 436-441.
- Buhr, R., Cox, N. S., Musgrove, M., Wilson, J., & Hiett, K. (2002). Recovery of *Campylobacter* from segments of the reproductive tract of broiler breeder hens. *Avian Diseases*, 48, 919-924.

- Buswell, C., Herlihy, Y., Lawrence, L., McGuiggan, J., Marsh, P., Keevil, C., & Leach, S. (1998). Extended survival and persistence of *Campylobacter* spp. in water and aquatic biofilms and their detection by immunofluorescent-antibody and rRNA staining. *Applied and Environmental Microbiology*, *64*, 733-741.
- Calciati, E., Lafuente, S., De Simo, M., Balfagon, P., Bartolome, R., & Cayla, J. (2012). A *Campylobacter* outbreak in a Barcelona school. *Enfermedades Infecciosas y Microbiologia Clinica*, *30*(5), 243-245.
- Cardinale, E., Tall, F., Gueye, E., Cisse, M., & Salvat, G. (2004). Risk factors for *Campylobacter* spp. infection in Senegalese broiler-chicken flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, *64*, 15-25.
- Cason, J., Buhr, R., Hinton, A., Berrang, M., & Cox, N. (2005). External treatment of broiler chickens with lactic-acid-producing bacteria before slaughter. *International Journal of Poultry Science*, *4*, 944-946.
- Cason, J., Hinton, J. A., Northcutt, J., Buhr, R., Ingram, K., Smith, D., & Cox, N. (2007). Partitioning of external and internal bacteria carried by broiler chickens before processing. *Journal of Food Protection*, *70*(9), 2056-2062.
- Cawthraw, S., Wassenaar, T., Ayling, R., & Newell, D. (1996). Increased colonization potential of *Campylobacter jejuni* strain 81116 passage through chicken and its implication on the rate of transmission within flocks. *Epidemiology and Infection*, *117*, 213-215.
- Cerf, O., Carpentier, B., & Sanders, P. (2010). Test for determining in-use concentration of antibiotics and disinfectants are based on entirely different concepts: "Resistance" has different meanings. *International Journal of Food Microbiology*, *136*, 247-254.
- Chaveerach, P., Keuzenkamp, P., Urlings, H., Lipman, L., & van Knapen, F. (2002). In vitro study on the effect of organic acids on *Campylobacter jejuni*/ *coli* populations in mixtures of water and feed. *Poultry Science*, *81*, 621-628.
- Chemaly, M., Lalande, F., Quesquiner, M., Amelot, M., & Fravallo, P. (2007). The effect of a lactoserum-based product on the shedding of *Campylobacter* by young turkeys. *Zoonoses Public Health*, *54*, 139.
- Chuma, T., Hashimoto, S., & Okamoto, K. (2000). Detection of thermophilic *Campylobacter* from sparrows by multiplex PCR: the role of sparrows as a source of contamination of broilers with *Campylobacter*. *Journal of Veterinary Medical Science*, *62*, 1291-1295.
- Clark, A., & Bueschkens, D. (1985). Laboratory infection of chicken eggs with *Campylobacter jejuni* by using temperature or pressure differentials. *Applied and Environmental Microbiology*, *49*, 1467-1471.
- Colles, F. D., Cody, A., & Maiden, M. (2008). Comparison of *Campylobacter* populations in wild geese with those in starlings and free-range poultry on the same farm. *Applied and Environmental Microbiology*, *74*, 3583-3590.
- Conlan, A., C, C., Grant, A., Maskell, D., & JR, & G. (2007). *Campylobacter jejuni* colonization and transmission in broiler chickens: a modelling perspective. *J R Soc Interface.*, *4*(16), 819-829.

- Cook, A., Odumeru, J. S., & Pollari, F. (2012). Campylobacter, Salmonella, Listeria monocytogenes, verotoxigenic Escherichia coli, and Escherichia coli prevalence, enumeration, and subtypes on retail chicken breast with and without skin. *Journal of Food Protection*, 75(1), 34-40.
- Cools, I., Uyttendaele, M., Cerpentier, J., D'Haese, E., Nelis, H., & Debevere, J. (2005). Persistence of Campylobacter jejuni on surfaces in a processing environment and on cutting boards. *Letters in Applied Microbiology*, 40, 418-423.
- Corry, J., & Atabay, H. (2001). Poultry as a source of Campylobacter and related organisms. *Journal of Applied Microbiology*, 96S-114S.
- Corry, J., Allen, V., Hudson, W., Breslin, M., & Davies, R. (2002). Sources of Salmonella on broiler carcasses during transportation and processing: Modes of contamination and methods to control. *Journal of Applied Microbiology*, 92, 424-432.
- Coward, C., van Diemen, P., Conlan, A., Gog, J., Stevens, M., Jones, M., & Maskell, D. (2008). Competing isogenic Campylobacter strains exhibit variable population structures in vivo. *Applied and Environmental Microbiology*, 74, 3857-3867.
- Cox, J., & Pavic, A. (2010). Advances in enteropathogen control in poultry production. *Journal of Applied Microbiology*, 108, 745-755.
- Cox, N., Stern, N., Wilson, J., Musgrove, M., Buhr, R., & Hiett, R. (2001). Isolation of campylobacter from semen samples of commercial 50 week old parent roosters. *International Journal of Medical Microbiology*, 291, 39.
- Craven, S., Stern, N., Line, E., Bailey, J., & Cox, N. F.-C. (2000). Determination of the incidence of Salmonella spp., Campylobacter jejuni, and Clostridium perfringens in wild birds near broiler chicken houses by sampling intestinal droppings. *Avian Diseases*, 44, 715-720.
- Danis, K., Renzi, M., Neill, W., Smyth, B., McKeown, P., Foley, B., . . . Devine, M. (2009). Risk factors for sporadic Campylobacter infection: an all-Ireland case-control study. *Eurosurveillance*, 14(7), 3-10.
- de los Santos, F., Donoghue, A., Venkitanarayanan, K., Dirain, M., Reyes-Herrera, I., Blore, P., & Donoghue, D. (2008). Caprylic acid supplemented in feed reduces enteric Campylobacter jejuni colonization in ten-day-old broiler chickens. *Poultry Science*, 87, 800-804.
- de los Santos, F., Donoghue, A., Venkitanarayanan, K., Metcalf, J., Reyes-Herrera, I., Dirain, M., Donoghue, D. (2009). The natural feed additive caprylic acid decreases Campylobacter jejuni colonization in market-aged broiler chickens. *Poultry Science*, 88, 61-64.
- Delezie, E., Swennen, Q., Buyse, J., & Decuypere, E. (2007). The effect of feed withdrawal and crating density in transit on metabolism and meat quality of broilers at slaughter weight. *Poultry Science*, 86, 1414-1423.
- Delezie, E., Zoons, J., Buyse, J., & Decuypere, E. (2006). Influence of whole wheat inclusion on optimal feed withdrawal duration. *British Poultry Science*, 47, 572-575.

- Doyle, M. (1984). Association of *Campylobacter jejuni* with laying hens and eggs. *Applied and Environmental Microbiology*, 47, 533-536.
- Duque, B., Daviaud, S., Guillou, S., Haddad, N., & Membre, J. (2018). Quantification of *Campylobacter jejuni* contamination on chicken carcasses in France. *Food Research International*, 106, 1077-1085.
- Edwards, D., Milne, L., Morrow, K., Sheridan, P., Verlander, N., Mulla, R., Reacher, M. (2014). *Campylobacter* outbreak associated with consumption of undercooked chicken liver pate in the East of England, September: identification of a dose-response risk. *Epidemiology and Infection*, 142(2), 352-357.
- EFSA. (2010). Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batchers and of *Campylobacter* and *Salmonella* broiler carcasses in the EU, 2008, Part A: *Campylobacter* and *Salmonella* prevalence estimates. *EFSA Journal*, 8(3), 1503.
- EFSA. (2010b). Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses, in the EU, 2008; part B: Analysis of factors associated with *Campylobacter* colonizationcarcass samples. *The EFSA Journal*, 8(8), 1522.
- EFSA. (2011). Scientific opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: Control options and performance objectives and/ or targets at different stages of the food chain. *EFSA Journal*, 9(4), 141.
- EFSA and ECDC;. (2017). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. *EFSA Journal*, 15(12), 5077.
- El-Shibiny, A., Connerton, P., & Connerton, I. (2009b). Survival at refrigeration and freezing temperatures of *Campylobacter coli* and *Campylobacter jejuni* on chicken skin applied as axenic and mixed inoculums. *International Journal of Food Microbiology*, 131, 197-202.
- El-Shibiny, A., Scott, A., Timms, A., Metawea, Y., Connerton, P., & Connerton, I. (2009). Application of a group II *Campylobacter* bacteriophage to reduce strains of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* colonizing broiler chickens. *Journal of Food Protection*, 72, 733-740.
- European Commission Directorate-General for Health and Food Safety;. (2017). Overview report on the mitigation measures in place for *Campylobacter* spp. in poultry. *Publications Office of the European Union*, 44.
- Evans, S., & Sayers, A. (2000). A longitudinal study of *Campylobacter* infection in broiler flocks in Great Britain. *Preventive Veterinary Medicine*, 46, 209-223.
- FAO/WHO;. (2009). Risk assessment of *Campylobacter* spp. in broiler chicken. Technical report. *Microbiological risk assessment series*, 12, 161.
- Farhat, A., Edward, M., Costell, M., Hadley, J., Walker, P., & Vasilatos-Younken, R. (2002). A low residue nutritive supplement as an alternative to feed withdrawal in broiler: Efficacy for gastrointestinal tract emptying and maintenance of live weight prior to slaughter. *Poultry Science*, 81, 1406-1414.

- Farmer, S., Keenan, A., & Vivancos, R. (2012). Food-borne *Campylobacter* outbreak in Liverpool associated with cross-contamination from chicken liver parfait: implication for investigation of similar outbreaks. *Public Health*, *126*(8), 657-659.
- Forbes, K., Gormley, F., Dallas, J., Labovitiadi, O., MacRae, M., Owen, R., Ogden, I. M. (2009). *Campylobacter* immunity and coinfection following a large outbreak in a farming community. *Journal of Clinical Microbiology*, *47*(1), 111-116.
- Friedman, C., Hoekstra, R., Samuel, M., Marcus, R., Bender, J., Shiferaw, B., Tauxe, R. (2004). Risk factors for sporadic *Campylobacter* infection in the United States: A case-control study in FoodNet sites. *Clinical Infectious Diseases*, *38*, S285-S296.
- Fritts, C., Kersey, J., Motl, M., Kroger, E., Yan, F., Si, J., . . . Waldroup, P. (2000). *Bacillus subtilis* C-3102 (Calsporin) improves live performance and microbiological status of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, *9*(2), 149-155.
- FSIS/USDA. (2008). Compliance guideline for controlling *Salmonella* and *Campylobacter* in poultry.
- Gallay, A., Bousquet, V., Siret, V., Prouzet-Mauleon, H., de Valk, H., Vaillant, V., Desenclos, J. (2008). Risk factors for acquiring sporadic *Campylobacter* infection in France: results from a national case-control study. *Journal of Infectious Diseases*, *197*(10), 1477-1484.
- Garcia-Sanchez, L., Melero, B., AM, D., Jaime, I., & Rovira, J. (2018). Characterization of *Campylobacter* species in Spanish retail from different fresh chicken products and their antimicrobial resistance. *Food Microbiology*, *76*, 457-465.
- Garcia-Sanchez, L., Melero, B., Jaime, I., Hanninen, M. R., & Rovira, J. (2017). *Campylobacter jejuni* survival in a poultry processing plant environment. *Food Microbiology*, *65*, 185-192.
- Gibbens, J., Pascoe, S., Evans, S., Davies, R., & Sayers, A. (2001). A trial of biosecurity as a means to control *Campylobacter* infection of broiler chickens. *Preventive Veterinary Medicine*, *48*, 85-99.
- Giessen, A., Bloemberg, B., Ritmeester, W., & Tilburg, J. (1996). Epidemiological study on risk factors and risk reducing measures for *Campylobacter* infections in Dutch broiler flocks. *Epidemiology and Infection*, *117*, 245-250.
- Gracia, M., Millan, C., Sanchez, J., Guyard-Nicodeme, M., Mayot, J., Carre, Y., Medel, P. (2016). Efficacy of feed additives against *Campylobacter* in live broilers during the entire rearing period: part B. *Poultry Science*, *95*, 886-892.
- Grant, A., Hashem, F., & Parveen, S. (2016). *Salmonella* and *Campylobacter*: antimicrobial resistance and bacteriophage control in poultry. *Food Microbiology*, *53*, 104-109.
- Gregory, E., Barnhart, H., Dreesen, D., Stern, N., & Corn, J. (1997). Epidemiological study of *Campylobacter* spp. in broilers: source, time of colonization, and prevalence. *Avian Diseases*, *41*(4), 890-898.
- Gruntar, I., Biasizzo, M., Kušar, D., Pate, M., & Ocepek, M. (2015). *Campylobacter jejuni* contamination of broiler carcasses: Population dynamics and genetic profiles at slaughterhouse level. *Food Microbiology*, *50*, 97-101.

- Guerin, M., Sir, C., Sargeant, J., Waddell, L., O'Connor, A., Wills, R., Byrd, J. (2010). The changes in prevalence of *Campylobacter* on chicken carcasses during processing: A systematic review. *Poultry Science*, *89*, 1070-2084.
- Haas, D., Posch, J., Schmidt, S., Wust, G., Sixl, W., Feierl, G., . . . Reinthaler, F. (2005). A case study of airborne culturable microorganisms in a poultry slaughterhouse in Styria, Austria. *Aerobiologia*, *21*, 193-201.
- Habib, I., Berkvens, D., De Zutter, L., Dierick, X., Van Huffel, X., Speybroeck, N., Uyttendaele, M. (2012). *Campylobacter* contamination in broiler carcasses and correlation with slaughterhouses operational hygiene inspection. *Food Microbiology*, *29*, 105-112.
- Habib, I., Sampers, I., Uyttendaele, M., Berkvens, D., & De Zutter, L. (2008). Baseline data from a Belgium-wide survey of *Campylobacter* species contamination in chicken meat preparations and considerations for a reliable monitoring program. *Applied Environmental Microbiology*, *74*, 5483-5489.
- Hald, B., Nielsine Skov, M., Moller Nielsen, E., Rahbek, C., Madsen, J., Waino, M., . . . Madsen, M. (2016). *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in wild birds on Danish livestock farms. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *58*, 11.
- Hald, B., Rattenborg, E., & Madsen, M. (2001). Role of batch depletion of broiler houses on the occurrence of *Campylobacter* spp. in chicken flocks. *Letters in Applied Microbiology*, *32*, 253-256.
- Hald, B., Skovgard, H., & Sommer, H. (2007). Screen out insect vectors to significantly reduce *Campylobacter* prevalence in broilers. *Zoonoses and Public Health*, *54*, 154-155.
- Hald, B., Skovgard, H., Pedersen, K., & Bunkenborg, H. (2008). Influxed insects as vectors for *Campylobacter coli* and *Campylobacter jejuni* in Danish broiler houses. *Poultry Science*, *87*, 1428-1434.
- Hald, B., Wedderkopp, A., & Madsen, M. (2000). Thermophilic *Campylobacter* spp. in Danish broiler production: a cross-sectional survey and a retrospective analysis of risk factors for occurrence in broiler flocks. *Avian Pathology*, *29*, 123-131.
- Hanninen, M., Haajanen, H., Pummi, T., Wermundsen, K., Katila, M., Sarkkinen, H., . . . Rautelin, H. (2003). Detection and typing of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* and analysis of indicator organisms in three waterborne outbreaks in Finland. *Applied and Environmental Microbiology*, *69*(3), 1391-1396.
- Hansson, I., Ederoth, M., Andersson, L., Vagsholm, I., & Olsson Engvall, E. (2005). Transmission of *Campylobacter* spp. to chickens during transport to slaughter. *Journal of Applied Microbiology*, *99*, 1149-1157.
- Hansson, I., Pudas, N., Harbom, B., & Engvall, E. (2010). Within-flock variations of *Campylobacter* loads in ceca and on carcasses from broilers. *International Journal of Food Microbiology*, *141*, 51-55.
- Hansson, I., Vagsholm, I., Svensson, L., & Olsson Engvall, E. (2007). Correlations between *Campylobacter* spp. prevalence in the environment and broiler flocks. *Journal of Applied Microbiology*, *103*, 640-649.

- Hansson, J., Forshell, L., Gustafsson, P., Boqvist, S., Lindblad, J., enqvall, E., . . . Vagsholm, I. (2007). summary of the Swedish Campylobacter programm in broilers, 2001 through 2005. *Journal of Food Protection*, 70(9), 2008-2014.
- Heres, L., Engel, B., Urlings, H., Wagenaar, J., & van Knapen, F. (2004). Effect of acidified feed on susceptibility of broiler to intestinal infection by Campylobacter and Salmonella. *Veterinary Microbiology*, 99, 259-267.
- Herman, L., Heyndrickx, M., Grijspeerdt, K., Vandekerchove, D., Rollier, I., & De Zutter, L. (2003). Routes for Campylobacter contamination of poultry meat: Epidemiological study from hatchery to slaughterhouse. *Epidemiology and Infection*, 131(3), 1169-1180.
- Hermans, D., Martel, A., Van Deun, K., Verlinden, M., Van Immerseel, F., Garmyn, A., . . . Pasmans, F. (2010). Intestinal mucus protects Campylobacter jejuni in the ceca of colonized broiler chickens against the bactericidal effects of medium-chain fatty acids. *Poultry Science*, 89, 1144-1155.
- Hiett, K., Cox, N., & Rothrock, M. (2013). Polymerase chain reaction detection of naturally occurring Campylobacter in commercial broiler chicken embryos. *Poultry Science*, 92, 1134-1137.
- Hiett, K., Cox, N., & Stern, N. (2002). Direct polymerase chain reaction detection of Campylobacter spp. in poultry hatchery samples. *Avian Diseases*, 46, 219-223.
- Hilmarsson, H., Thormar, H., Thrainsson, J., & Gunnarson, E. (2006). Effect of glycerol monocarpate (monocarpin) on broiler chickens: An attempt at reducing intestinal Campylobacter infection. *Poultry Science*, 85, 588-592.
- Hinton, A. (2006). Growth of Campylobacter in media supplemented with organic acids. *Journal of Food Protection*, 69, 34-38.
- Hinton, A., Buhr, R., & Ingram, K. (2000a). Physical, chemical, and microbiological changes in the crop of broiler chickens subjected to incremental feed withdrawal. *Poultry Science*, 79, 212-218.
- Hinton, A., Cason, J., Hume, M., & Ingram, K. (2004). Spread of Campylobacter spp. during poultry processing in different seasons. *International Journal of Poultry Science*, 3, 432-437.
- Hofshagen, M., & Kruse, H. (2005). Reduction in flock prevalence of Campylobacter spp. in broilers in Norway after implementation of an action plan. *Journal of Food Protection*, 68, 2220-2223.
- Hudson, J., Nicol, C., Wright, J., Whyte, R., & Hasell, S. (1999). Seasonal variation of campylobacter types from human cases, raw chicken, milk and water. *Journal of Applied Microbiology*, 87, 115-124.
- Hue, O., Allain, V., Laisney, M., Le Bouquin, S., Lalande, F., Petetin, I., Chemaly, M. (2011). Campylobacter contamination of broiler ceca and carcasses at the slaughterhouse and correlation with Salmonella contamination. *Food Microbiology*, 28(5), 862-868.
- Hue, O., Le Bouquin, S., Laisney, M., Allain, V., Lalande, F., Petetin, I., Chemaly, M. (2010). Prevalence of and risk factors for Campylobacter spp. contamination of broiler chicken carcasses at the slaughterhouse. *Food Microbiology*, 27(8), 992-999.

- Humphrey, T. (1986). Techniques for the optimum recovery of cold injured *Campylobacter jejuni* from milk or water. *Journal of Applied Bacteriology*, *61*, 125-132.
- Humphrey, T., Henley, A., & Lanning, D. (1993). The colonization of broiler chickens with *Campylobacter jejuni*: some epidemiological investigations. *Epidemiology and Infection*, *110*, 601-607.
- Huneau-Salaun, A., Denis, M., Balaine, L., & Salvat, G. (2007). Risk factors for *Campylobacter* colonization in french free-range broiler-chicken flocks at the end of the indoor rearing period. *Preventive Veterinary Medicine*, *80*, 34-48.
- Hutchison, M., Walters, L., Avery, S., Munro, F., & Mooroo, A. (2005). Analyses of livestock production, waste storage, and pathogen levels and prevalences in farm manures. *Applied and Environmental Microbiology*, *71*, 1231-1236.
- Hutchison, M., Walters, L., Moore, A., Crookes, K., & Avery, S. (2004). Effect of length of time before incorporation on survival of pathogenic bacteria present in livestock wastes applied to agricultural soil. *Applied and Environmental Microbiology*, *70*(9), 5111-5118.
- Idris, U., Lu, J., Maier, M., Sanchez, S., Hofacre, C., Harmon, B., Lee, M. (2006). Dissemination of fluoroquinolone-resistant *Campylobacter* spp. within an integrated commercial poultry production system. *Applied and Environmental Microbiology*, *72*(5), 3441-3447.
- Jacobs-Reitsma, W., van de Giessen, A., Bolder, N., & Mulder, R. (1995). Epidemiology of *Campylobacter* spp. at two Dutch broiler farms. *Epidemiology and Infection*, *114*, 413-421.
- Jakobs-Reitsma, W., van de Giessen, A., Bolder, N., & Mulder, R. (1995). Epidemiology of *Campylobacter* spp. at two Dutch broiler farms. *Epidemiology and Infection*, *114*, 413-421.
- Jansen, W., Reich, F., & Klein, G. (2014). Large-scale feasibility of organic acids as a permanent preharvest intervention in drinking water of broilers and their effect on foodborne *Campylobacter* spp. before processing. *Journal of Applied Microbiology*, *116*, 1676-1687.
- Jimenez, M., Soler, P., Venanzi, J., Cante, C., Varela, C., & Martinez Navarro, F. (2005). An outbreak of *Campylobacter jejuni* enteritis in a school of Madrid, Spain. *Euro Surveillance*, *10*(4), 118-121.
- Johannessen, G., Johnsen, G., Okland, M., Cudjoe, K., & Hofshagen, M. (2007a). Enumeration of thermotolerant *Campylobacter* spp. from poultry carcasses at the end of the slaughter-line. *Letters in Applied Microbiology*, *44*, 92-97.
- Johnsen, G., Kruse, H., & Hofshagen, M. (2006). Genetic diversity and description of transmission routes for *Campylobacter* on broiler farms by amplified-fragment length polymorphism. *Journal of Applied Microbiology*, *101*(5), 1130-1139.
- Johnsen, G., Kruse, H., & Hofshagen, M. (2007). Genotyping of thermotolerant *Campylobacter* from poultry slaughterhouse by amplified fragment length polymorphism. *Journal of Applied Microbiology*, *103*, 271-270.

- Jore, S., Viljugrein, H., Brun, E., Heier, B., Borck, B., Ethelberg, S., . . . Hofshagen, M. (2010). Trends in Campylobacter incidence in broilers and human in six European countries, 1997-2007. *Preventive Veterinary Medicine*, *93*, 33-41.
- Kapperud, G., Skjerve, E., Vik, L., Hauge, K., Lysaker, A., Aalmen, I., & Ostroff, S. (1993). Epidemiological investigation of risk factors for campylobacter colonization in Norwegian broiler flocks. *Epidemiology and Infection*, *111*, 245-255.
- Katsma, W., De Koeijer, A., Jakobs-Reitsma, W., Mangen, M., & Wagenaar, J. (2007). Assessing interventions to reduce the risk of Campylobacter prevalence in broilers. *Risk analysis*, *24*(4), 863-876.
- Kazwala, R., Collins, J., Hannan, J., Crinion, R., & O'Mahony, H. (1990). Factors responsible for the introduction and spread of Campylobacter jejuni infection in commercial poultry production. *Veterinary Records*, *126*, 305-306.
- Khaksefidi, A., & Rahimi, S. (2005). Effect of probiotic inclusion in the diet of broiler chickens on performance, feed efficiency and carcass quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *18*, 1153-1156.
- Khattak, F., Paschalis, V., Green, M., Houdijk, J., Sultanas, P., & Mahdavi, J. (2018). TYPLEX Chelate, a novel feed additive, inhibits Campylobacter jejuni biofilm formation and cecal colonization in broiler chickens. *Poultry Science*, *97*(4), 1391-1399.
- Kiess, A., Kenney, P., & Nayak, R. (2007). Campylobacter detection in commercial turkeys. *British Poultry Science*, *48*, 567-572.
- King, V., Bavetsia, A., & Bumstead, N. (1993). Effect of host lineage on the virulence of Campylobacter jejuni/coli in the chicken embryo model. *FEMS Microbiology Letters*, *106*, 271-274.
- Komisijas regula (ES) 2017/1495. (bez datuma). ar ko Regulu (EK) Nr. 2073/2005 groza attiecībā uz Campylobacter broileru liemeņos.
- Kovalenko, K., Roasto, M., Liepins, E., Mihkel, M., & Hörman, A. (2011). High occurrence of Campylobacter spp. in Latvian broiler chicken production. *Food Control*, *29*(1), 188-191.
- Kurdirkiene, E., Buneviciene, J., Brondsted, L., Ingmer, H., Olsen, J., & Malakauskas, M. (2011). Evidence of broiler meat contamination with post-desinfection strains of Campylobacter jejuni from slaughterhouse. *International Journal of Food Microbiology*, *145*, 116-120.
- Lee, M., & Newell, D. (2006). Campylobacter in poultry: Filling an ecological niche. *Avian Diseases*, *50*, 1-9.
- Lyngstad, T., Jonsson, M., Hofshagen, M., & Heier, B. (2008). Risk factors associated with the presence of Campylobacter species in Norwegian broiler flocks. *Poultry Science*, *87*, 1987-1994.
- Lu, X., Rasco, B., Jabal, J., Aston, D., Lin, M., & Konkel, M. (2011). Investigation of antibacterial effect of garlic (*Allium sativum*) concentrate and garlic-derived organosulfur compounds on Campylobacter jejuni by using Fourier transform infrared spectroscopy, Raman spectroscopy, and electron microscopy. *Applied and Environmental Microbiology*, *77*, 5257-5269.

- Luber, P., Brynestad, S., Topsch, D., Scherer, K., & Bartelt, E. (2006). Quantification of *Campylobacter* species cross-contamination during handling of contaminated fresh chicken parts in kitchens. *Applied and Environmental Microbiology*, *72*, 66-70.
- Malher, X., Simon, M., Charnay, V., Deserts, R., Lahebel, A., & Belloc, C. (2011). Factors associated with carcass contamination by *Campylobacter* at slaughterhouse in cecal-carrier broilers. *International Journal of Food Microbiology*, *150*, 8-13.
- Mazick, A., Ethelberg, S., Moller Nielsen, E., Molbak, K., & Lisby, M. (2006). An outbreak of *Campylobacter jejuni* associated with consumption of chicken. Copenhagen, 2005. *Euro Surveillance*, *11*, 4-6.
- McDowell, S., Menzies, F., McBride, S., Oza, A., McKenna, J., Gordon, A., & Neill, S. (2008). *Campylobacter* spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: epidemiology and risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*, *84*(3-4), 261-276.
- McDowell, S., Menzies, F., McBride, S., Oza, A., McKenna, J., Gordon, A., & Neill, S. (2008). *Campylobacter* spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: Epidemiology and risks factors. *Preventive Veterinary Medicine*, *84*, 261-276.
- Meade, K., Nirciandi, F., Cahalane, S., Reiman, C., Allan, B., & O'Farrelly, C. (2009). Comparative in vivo infection models yield insights on early host immune response to *Campylobacter* in chickens. *Immunogenetics*, *61*, 101-110.
- Melero, B., Juntunen, P., Hanninen, M., Jaime, I., & Rovira, J. (2012). Tracing *Campylobacter jejuni* strains along the poultry meat production chain from farm to retail by pulsed-field gel electrophoresis, and the antimicrobial resistance of isolates. *Food Microbiology*, *32*, 124-128.
- Messen, W., Herman, L., De Zutter, L., & Heyndrickx, M. (2009). Multiple typing for the epidemiological study of contamination of broilers with thermotolerant *Campylobacter*. *Veterinary Microbiology*, *138*, 120-131.
- Meunier, M., Guhard-Nicodeme, M., Hirschaud, E., Parra, A., Chemaly, M., & Dory, D. (2016b). Identification of novel vaccine candidates against *Campylobacter* through reverse vaccinology. *Journal of Immunology Research*, 5715790.
- Meunier, M., Guyard-Nicodeme, M., Dory, D., & Chemaly, M. (2016). Control strategies against *Campylobacter* at the poultry production level: Biosecurity measures, feed additives and vaccination. *Journal of Applied Microbiology*, *20*(5), 1139-1173.
- Mills, A., & Phillips, C. (2003). *Campylobacter jejuni* and the human food chain: a possible source. *Nutrition and Food Sciences*, *33*, 197-202.
- Morishita, T., Aye, P., Harr, B., Cobb, C., & Clifford, J. (1997). Evaluation of an avian-specific probiotic to reduce the colonization and shedding of *Campylobacter jejuni* in broilers. *Avian Diseases*, *41*, 850-855.
- Murphy, C., Carroll, C., & Jordan, K. (2006). Environmental survival mechanisms of the foodborne pathogen *Campylobacter jejuni*. *Journal of Applied Microbiology*, *100*, 623-632.

- Murry, A., Hinton, A., & Buhr, R. (2006). Effect of botanical probiotic containing Lactobacilli on growth performance and populations of bacteria in the ceca, cloaca, and carcass rinse of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, *5*, 344-350.
- Nauta, M. J., van der Wal, F. J., Putirulan, F. F., Post, J., van de Kassteele, J., & Bolder, N. M. (2009). Evaluation of the "testing and scheduling" strategy for control of Campylobacter in broiler meat in The Netherlands. *International Journal of Food Microbiology*, *134*(3), 216-222.
- Nauta, M., Hill, A., Rosenquist, H., Brynestad, S., Fetsch, A., van der Logt, P., . . . Havelaar, A. (2009b). A comparison of risk assessments on Campylobacter in broiler meat. *International Journal of Food Microbiology*, *129*, 107-123.
- Nauta, M., Johannessen, G., Laureano Adame, L., Williams, H., & Rosenquist, H. (2016). The effect of reducing numbers of Campylobacter in broiler intestines on human health risk. *Microbial Risk Analysis*, *2-3*, 68-77.
- Navarro, M., Stanley, R., Cusack, A., & Sultanbawa, Y. (2015). Combinations of plant-derived compounds against Campylobacter in vitro. *Journal of Applied Poultry Research*, *24*, 352-363.
- Newell, D., & Fearnley, C. (2003). Sources of Campylobacter colonization in broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, *69*(8), 4343-4351.
- Newell, D., Elvers, K., Dopfer, D., Hansson, I., Jones, P., James, S., . . . Allen, V. (2011). Biosecurity-based interventions and strategies to reduce Campylobacter spp. on poultry farms. *Applied and Environmental Microbiology*, *77*(24), 8605-8614.
- Newell, D., Mughini-Gras, L., Kaluphanna, R., & Wagenaar, J. (2016). *Campylobacter: features, detection and prevention of foodborne disease* (1st izd.). (G. Klein, Red.) Elsevier.
- Newell, D., Shreeve, J., Toszeghy, M., Domingue, G., Bull, S., Humphrey, T., & Mead, G. (2001). Changes in the carriage of Campylobacter strains by poultry carcasses during processing in abattoirs. *Applied and Environmental Microbiology*, *67*, 2636-2640.
- Nijdam, E., Lambooi, E., Nabuurs, M., Decuypere, E., & Stegeman, J. (2006). Influences of feeding conventional and semisynthetic diets and transport of broiler weight gain, digestive tract mass, and plasma hormone and metabolite concentrations. *Poultry Science*, *85*, 1652-1659.
- Nylen, G., Dunstan, F. P., Andersson, Y., Bager, F., Cowden, J., Feierl, G., . . . Ruutu, R. (2002). The seasonal distribution of campylobacter infection in nine European countries and New Zealand. *Epidemiology and Infection*, *128*, 383-390.
- Northcutt, J., Buhr, R., Berrang, M., & Fletcher, D. (2003). Effects of replacement finisher feed and length of feed withdrawal on broiler carcass yield and bacteria recovery. *Poultry Science*, *82*, 1820-1824.
- O'Leary, M., Harding, O., Fisher, L., & Cowden, J. (2010). A continuous common source outbreak of campylobacteriosis associated with changes to the preparation of chicken liver pate. *Epidemiology and Infection*, *137*(3), 383-388.

- On, S. (2001). Taxonomy of *Campylobacter*, *Arcobacter*, *Helicobacter* and related bacteria: current status, future prospects and immediate concerns. *Applied Microbiology*, *90*, 1-15.
- Osimani, A., Aquilanti, L., & Clementi, F. (2015). Microbiological quality of meat-based meals and operation of control systems within a food service environment. *International Food Research Journal*, *22*(4), 1692-1698.
- Osiriphun, S., & Erickson, L. (2011). *Campylobacter jejuni* incidence, infection, and illness in Thailand. *European Journal of Scientific Research*, *52*(1), 110-122.
- Pacholewicz, E., Swart, A., Schipper, M., Gortemaker, B., Wagenaar, J., Havelaar, A., & Lipman, L. (2015). A comparison of fluctuation of *Campylobacter* and *Escherichia coli* concentrations on broiler chicken carcasses during processing in two slaughterhouses. *International Journal of Food Microbiology*, *205*, 119-127.
- Padungtod, P., & Kaneene, J. (2005). *Campylobacter* in food animals and humans in northern Thailand. *Journal of Food Protection*, *46*, 2519-2526.
- Payne, R., Lee, M., Dreesen, D., & Barnhart, H. (1999). Molecular epidemiology of *Campylobacter jejuni* in broiler flocks using randomly amplified polymorphic DNA-PCR and 23S rRNA-PCR and role of litter in its transmission. *Applied and Environmental Microbiology*, *65*, 260-263.
- Pearson, A., Greenwood, M., Feltham, R., Healing, T., Donaldson, J., Jones, D., & Colwell, R. (1996). Microbial ecology of *Campylobacter jejuni* in a United Kingdom chicken supply chain: intermittent common source, vertical transmission, and a. *Applied and Environmental Microbiology*, *62*, 4614-4620.
- Pearson, A., Greenwood, M., Healing, T., Rollins, D., Shahamat, M., Donaldson, J., & Colwell, R. (1993). Colonization of broiler chickens by waterborne *Campylobacter jejuni*. *Applied and Environmental Microbiology*, *59*(4), 987-996.
- Peyrat, M., Soumet, C., & Maris, S. P. (2008). Phenotypes and genotypes of *Campylobacter* strains isolated after cleaning and disinfection in poultry slaughterhouses. *Veterinary Microbiology*, *128*, 313-326.
- Peyrat, M., Soumet, C., Maris, P., & Sanders, P. (2008). Recovery of *Campylobacter jejuni* from surfaces of poultry slaughterhouse after cleaning and disinfection procedures: Analysis of a potential source of carcass contamination. *International Journal of Food Microbiology*, *124*(2), 188-194.
- Peng, M., Reichmann, G., & Biswas, D. (2015). *Lactobacillus casei* and its byproducts alter the virulence factors of foodborne bacterial pathogens. *Journal of Functional Foods*, *15*, 418-428.
- Perez-Boto, D., Garcia-Pena, F., Abad-Moreno, J., Hurtado-Pizarro, D., Perez-Cobo, I., & Echeita, I. (2010). Drinking water as the source of *Campylobacter coli* infection in grandparent heavy breeders. *Avian Pathology*, *39*, 483-487.
- Petersen, L., Nielsen, E., & On, S. (2001). Serotype and genotype diversity and hatchery transmission of *Campylobacter jejuni* in commercial poultry flocks. *Veterinary Microbiology*, *82*, 141-154.
- Petruzzelli, A., Foglini, M., Vetrane, V., Paolini, F., Oraziotti, N., Ambrosini, B., Tonucci, F. (2014). The occurrence of thermotolerant *Campylobacter* spp. in raw meat intended for public catering. *Public Health*, *128*(4), 388-390.

- Prachantasena, S., Charununtakorn, P., Muangoicharoen, S., Hankla, L., Techawal, N., Chaveerach, P., Luangtongkum, T. (2016). Distribution and genetic profiles of *Campylobacter* in commercial broiler production from breeder to slaughter in Thailand. *PLoS One*, *11*, 1-16.
- Quereda, J., Dussurget, O., Nahori, M.-A., Ghozlane, A., Volant, S., Dillies, M.-A., Pizarro-Cerda, J. (2016). Bacteriocin from epidemic *Listeria* strains alters the host intestinal microbiota to favor infection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *113*(20), 5706-5711.
- Rasschaert, G., Houf, K., & De Zutter, L. (2007). External contamination of *Campylobacter*-free flocks after transport in cleaned and disinfected containers. *Journal of Food Protection*, *70*(1), 40-46.
- Rathgeber, B., MacIsaac, J., & MacKenzie, M. (2007). Feeding turkeys a highly digestible supplement during preslaughter feed withdrawal. *Poultry Science*, *86*, 2029-2033.
- Ravishankar, S., Zhu, L., Law, B., Joens, L., & Friedman, M. (2008). Plant-derived compounds inactivate antibiotic-resistant *Campylobacter jejuni* strains. *Journal of Food Protection*, *71*, 1145-1149.
- Refregier-Petton, J., Rose, N., Denis, M., & Salvat, G. (2001). Risk factors for *Campylobacter* spp. contamination in French broiler chicken flocks at the end of the rearing period. *Preventive Veterinary Medicine*, *50*, 89-100.
- Reich, F., Atanassova, V., Haunhorst, E., & Klein, G. (2008). The effects of *Campylobacter* numbers in caeca on the contamination of broiler carcasses with *Campylobacter*. *International Journal of Food Microbiology*, *127*, 116-120.
- Reich, F., Valero, A., Schill, F., Bungenstock, L., & Klein, G. (2018). Characterisation of *Campylobacter* contamination in broilers and assessment of microbiological criteria for the pathogen in broiler slaughterhouses. *Food Control*, *87*, 60-69.
- Ridley, A., Morris, V., Cawthraw, S., Ellis-Iversen, J., Harris, J., Kennedy, E., Allen, V. (2011). Longitudinal molecular epidemiological study of thermophilic *Campylobacter*s on one conventional broiler chicken farm. *Applied and Environmental Microbiology*, *77*, 98-107.
- Ring, M., Zychowska, M., & Stephan, R. (2005). Dynamics of *Campylobacter* spp. spread investigated in 14 broiler flocks in Switzerland. *Avian Diseases*, *49*, 390-396.
- Ritz, C., Mitchell, B., Fairchild, B., Czarick, M., & Worley, J. (2006). Improving in-house air quality in broiler production facilities using an electrostatic space charge system. *The Journal of Applied Poultry Research*, *15*, 333-340.
- Roccatto, A., Mancin, M., Barco, L., Cibir, V., Antonello, K., Cocola, F., & Ricci, A. (2018). Usefulness of indicator bacteria as potential marker of *Campylobacter* contamination in broiler carcasses. *International Journal of Food Microbiology*, *276*(2), 63-70.
- Rodrigues, L., Cowden, J., Wheeler, J., Sethi, D., Wall, P., Cumberland, P., Roderick, P. (2001). The study of infectious intestinal disease in England: risk factors for cases of infectious intestinal disease with *Campylobacter jejuni* infection. *Epidemiology and Infection*, *127*(2), 185-193.

- Romero Barrios, P., Reiersen, J., Lowman, R., Bisailon, J., Michel, P., Fridriksdottir, V., . . . Martin, W. (2006). Risk factors for *Campylobacter* spp. colonization in broiler flocks in Iceland. *Preventive Veterinary Medicine*, *74*, 264-278.
- Rosenquist, H., Boysen, L., Galliano, C., Nordentoft, S., Ethelberg, S., & Borck, S. (2009). Danish strategies to control *Campylobacter* in broilers and broiler meat: facts and effects. *Epidemiology and Infection*, *137*, 1742-1750.
- Rosenquist, H., Nielsen, N., Sommer, H., Norrung, B., & Christensen, B. (2003). Quantitative risk assessment of human campylobacteriosis associated with thermophilic *Campylobacter* species in chickens. *International Journal of Food Microbiology*, *83*(1), 87-103.
- Rosenquist, H., Sommer, H., Nielsen, N., & Christensen, B. (2006). The effect of slaughter operations on the contamination of chicken carcasses with thermotolerant *Campylobacter*. *International Journal of Food Microbiology*, *108*, 226-232.
- Rothrock, M. C., Warren, J., & Sistani, K. (2008). The effect of alum addition on microbial communities in poultry litter. *Poultry Science*, *87*, 1493-1503.
- Sahin, O., Luo, N., Huang, S., & Zhang, Q. (2003). Effect of *Campylobacter*-specific maternal antibodies on *Campylobacter jejuni* colonization in young chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, *69*, 5372-5379.
- Sampers, I., Habib, I., Berkvens, D., Dumoulin, A., De Zutter, L., & Uyttendaele, M. (2008). Processing practices contributing to campylobacter contamination in Belgian meat preparations. *International Journal of Food Microbiology*, *128*, 297-303.
- Sampers, I., Jacxsens, L., Luning, P., Marcelis, W., Dumoulin, A., & Uyttendaele, M. (2010). Performance of food safety management systems in poultry meat preparation processing plants in relation to *Campylobacter* spp. contamination. *Journal of Food Protection*, *73*, 1447-1457.
- Sanchez, M., Fluckey, W., & Brashears, M. M. (2002). Microbial profile and antibiotic susceptibility of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in broilers processed in air-chilled and immersion-chilled environments. *Journal of Food Protection*, *65*, 948-956.
- Sasaki, Y., Maruyama, N., Zou, B., Haruna, M., Kusukawa, M., Murakami, M., Yamada, Y. (2013). *Campylobacter* cross-contamination of chicken products at an abattoir. *Zoonoses Public Health*, *60*, 134-140.
- Seliwiorstow, T., Bare, J., Berkvens, D., Van Damme, I., Uyttendaele, M., & De Zutter, L. (2016). Identification of risk factors for *Campylobacter* contamination levels on broiler carcasses during the slaughter process. *International Journal of Food Microbiology*, *226*, 26-32.
- Seliwiorstow, T., Bare, J., Van Damme, I., Uyttendaele, M., & De Zutter, L. (2015). *Campylobacter* carcass contamination throughout the slaughter process of *Campylobacter*-positive broiler batches. *International Journal of Food Microbiology*, *194*, 25-31.
- Shreeve, J., Toszeghy, M., Pattison, M., & Newell, D. (2000). Sequential spread of *Campylobacter* infection in a multi-pen broiler house. *Avian diseases*, *44*, 983-988.

- Shreeve, J., Toszeghy, M., Ridley, A., & Newell, D. (2002). The carry over of Campylobacter isolates between sequential poultry flocks. *Avian Diseases*, *46*, 378-385.
- Signorini, M., Zbrun, M., Romero-Scharpen, A., Olivero, C., Bongiovanni, F., Soto, L., . . . Rosmini, M. (2013). Quantitative risk assessment of human campylobacteriosis by consumption of salad cross-contaminated with thermophilic Campylobacter spp. from broiler meat in Argentina. *Preventive Veterinary Medicine*, *109*, 37-46.
- Skanseng, B., Kaldhusdal, M., Moen, B., Gjevre, A., Johannessen, G., Sekelja, M., . . . Rudi, K. (2010). Prevention of intestinal Campylobacter jejuni colonization in broilers by combinations of infeed organic acids. *Journal of Applied Microbiology*, *109*, 1265-1273.
- Slader, J., Domingue, G., Jorgensen, F., McAlpine, K., Owen, R., & Bolton, F. H. (2002). Impact of transport crate reuse and of catching and processing on Campylobacter and Salmonella contamination of broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, *68*(2), 713-719.
- Snelling, W., McKenna, J., Lecky, D., & Dooley, J. (2005). Survival of Campylobacter jejuni in waterborne protozoa. *Applied and Environmental Microbiology*, *71*(9), 5560-5571.
- Stella, S., Soncini, G., Ziino, G., Panebianco, A., Pedonese, F., Nuvoloni, R., Giaccone, V. (2017). Prevalence and quantification of thermophilic Campylobacter spp. in Italian retail poultry meat: analysis of influencing factors. *Food Microbiology*, *68*, 232-238.
- Stern, N. F.-C., Bailey, J., Cox, N., Craven, S., Hiatt, K., Musgrove, M., Mead, G. (2001). Distribution of Campylobacter spp. in selected U.S. poultry production and processing operations. *Journal of Food Protection*, *64*(11), 1705-1710.
- Stern, N. J. (2008). Salmonella species and Campylobacter jejuni cecal colonization model in broilers. *Poultry Science*, *87*, 2399-2403.
- Stern, N., & Robach, M. (2003). Enumeration of Campylobacter spp. in broiler feces and in corresponding processed carcasses. *Journal of Food Protection*, *66*, 1557-1583.
- Stern, N., Bailey, J., Blankenship, L., Cox, N., & McHan, F. (1988). Colonization characteristics of Campylobacter jejuni in chick ceca. *Avian Diseases*, *32*, 330-334.
- Stern, N., Clavero, M., Bailey, J., Cox, N., & Robach, M. (1995). Campylobacter spp. in broilers on the farm and after transport. *Poultry Science*, *74*, 937-941.
- Stern, N., Cox, N., Musgrove, M., & Park, C. (2001). Incidence and levels of Campylobacter in broilers after exposure to an inoculated seeder bird. *Journal of Applied Poultry Research*, *10*, 315-318.
- Stern, N., Fedorka-Cray, P., Bailey, J., Cox, N., Craven, S., Hiatt, K., Mead, G. (2001b). Distribution of Campylobacter spp. in selected US poultry production and processing operations. *Journal of Food Protection*, *64*, 1705-1710.
- Stern, N., Svetoch, E., Eruslanov, B., Kovalev, Y., V. L., Perelygin, V., Levchuk, V. (2005). Paenibacillus polymyxa purified bacteriocin to control Campylobacter jejuni in chickens. *Journal of Food Protection*, *68*, 1450-1453.

- Stern, N., Svetoch, E., Eruslanov, B., Perelygin, V., Mitsevich, E., Mitsevich, I., Seal, B. (2006). Isolation of a *Lactobacillus salivarius* strain and purification of its bacteriocin, which is inhibitory to *Campylobacter jejuni* in the chicken gastrointestinal system. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, *50*(9), 3111-316.
- Strachan, N., & Forbes, K. (2010). The growing UK epidemic of human campylobacteriosis. *Lancet*, *376*, 665-667.
- Svetoch, E., & Stern, N. (2010). Bacteriocins to control *Campylobacter* spp. in poultry - a review. *Poultry Science*, *89*, 1763-1768.
- Svetoch, E., Eruslanov, B., Perelygin, V., Mitsevich, E., Mitsevich, I., Borzenkov, V., Stern, N. (2008). Diverse antimicrobial killing by *Enterococcus faecium* E50-52 bacteriocin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *56*(6), 1942-1948.
- Svetoch, E., Stern, N., Eruslanov, B., Kovalev, Y., Volodina, L., Perelygin, V., Kudriavtseva, T. (2005). Isolation of *Bacillus circulans* and *Paenibacillus polymyxa* strains inhobotory to *Campylobacter jejuni* and characterization of associated bacteriocins. *Journal of Food Protection*, *68*(1), 11-17.
- Szymanski, C., & Nothaft, H. (bez datuma). *Campylobacter* vaccine. *US 2016004 5584 A1*.
- Thomrongsuwannakij, T., Chuanchuen, R., & Chansiripornchai, N. (2016). Identification of competitive exclusion and its ability to protect against *Campylobacter jejuni* in broilers. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, *46*, 279-286.
- Trachoo, N., Frank, J., & Stern, N. (2002). survival of biofilms isolated from chicken houses. *Journal of Food Protection*, *65*, 1110-1116.
- Udayamputhoor, R., Hariharan, H., Van Lunen, T., Lewis, P., Heaney, S., Price, L., & Woodward, D. (2003). Effects of diet formulations containing proteins from different sources on intestinal colonization by *Campylobacter jejuni* in broiler chickens. *Canadian Journal of Veterinary Research*, *67*, 204-212.
- Umunabuike, A., & Irokanulo, E. (1986). Isolation of *Campylobacter* subsp. *jejuni* from Oriental and American cockroaches caught in kitchens and poultry houses in Vom, Nigeria. *International Journal of Zoonoses*, *13*, 180-186.
- Vaillancourt, J., & Carver, D. (1998). Biosecurity: perception is not reality. *Poultry Digestion*, *57*(6), 28-36.
- van de Giessen, A., Tilburg, J., Ritmeester, W., & van der Plas, J. (1998). Reduction of *Campylobacter* infections in broiler flocks by application of hygiene measures. *Epidemiology and Infections*, *121*, 57-66.
- Van Deun, K., Haesebrouck, F., Van Immerseel, F., Ducatelle, R., & Pasmans, F. (2008). Short-chain fatty acids and L-lactate as feed addtives to control *Campylobacter jejuni* infections in broilers. *Avian PAtiology*, *37*, 379-383.
- Van Gerwe, T., Bouma, A., Jakobs-Reitsma, W., Van Den Broek, J., Klinkenberg, J., Stegeman, J., & Heeterbeek, J. (2005). Quantifying transmission of *Campylobacter* spp. among broilers. *Applied and Environmental Microbiology*, *71*, 5765-5770.

- Van Gerwe, T., Mifflin, J., Templeton, J., Bouma, A., Wagenaar, J., Jacobs-Reisma, W., . . . Klinkenberg, D. (2009). Quantifying transmission of *Campylobacter jejuni* in commercial broiler flocks. *Applied and Environmental Microbiology*, *75*, 625-628.
- Van Overbeke, I., Duchateau, L., De Zutter, L., Albers, G., & Ducatelle, R. (2006). A comparison survey of organic and conventional broiler chickens for infectious agents affecting health and food safety. *Avian Diseases*, *50*, 196-200.
- Vandeplas, S., Dubois-Dauphin, R. P., Beckers, Y., Thonart, P., & Thewis, A. (2010). Prevalence and sources of *Campylobacter* spp. contamination in free range broiler production in the southern part of Belgium. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 279-288.
- Vinueza-Burgos, C., Cevallos, M., Cisneros, M., Van Damme, I., & De Zutter, L. (2018). Quantification of the *Campylobacter* contamination on broiler carcasses during the slaughter of *Campylobacter* positive flocks in semi-industrialized slaughterhouses. *International Journal of Food Microbiology*, *269*, 75-79.
- Wagenaar, J., French, N., & Havelaar, A. (2013). Preventing *Campylobacter* at the source: why is it so difficult? *Clinical Infectious Diseases*, *57*, 1600-1606.
- Wallace, J., Stanley, K., Currie, J., Diggle, P., & Jones, K. (1997). Seasonality of thermophilic *Campylobacter* populations in chickens. *Journal of Applied Microbiology*, *82*, 219-224.
- Wedderkopp, A., Gradel, K., Jorgensen, J., & Madsen, M. (2001). Pre-harvest surveillance of *Campylobacter* and *Salmonella* in Danish broiler flocks: a 2-year study. *International Journal of Food Microbiology*, *68*, 53-59.
- Wedderkopp, A., Nielsen, E., & Pedersen, K. (2003). Distribution of *Campylobacter jejuni* Penner serotypes in broiler flocks 1998-2000 in a small Danish community with special reference to serotype 4-complex. *epidemiology and Infection*, *131*(2), 915-921.
- Wedderkopp, A., Rattenborg, E., & Madsen, M. (2000). National surveillance of *Campylobacter* in broilers at slaughter in Denmark in 1998. *Avian Diseases*, *44*, 993-999.
- Whyte, P., Collins, J., McGill, K., Monahad, C., & O'Mahony, H. (2001). The effect of transportation stress on excretion rates of *Campylobacter* in market-age broilers. *Poultry Science*, *80*, 817-820.
- Wieczorek, K., Denis, E., & Osek, J. (2015). Comparative analysis of antimicrobial resistance and genetic diversity of *Campylobacter* from broiler slaughtered in Poland. *International Journal of Food Microbiology*, *210*, 24-32.
- Wieliczko, A. (1995). The role of *Campylobacter* sp. in the pathology of poultry. III. Effects of selected feed supplements on the colonization of the alimentary tract of chickens by *C.jejuni*. *Medycyna Weterynaryjna*, *51*, 693-696.
- Willis, W., & Reid, L. (2008). Investigating the effects of dietary probiotic feeding regimens on broiler chicken production and *Campylobacter jejuni* presence. *Poultry Science*, *87*, 606-611.
- Wilson, D., Gabriel, E., Leatherbarrow, A., Cheesbrough, J., Gee, S., Bolton, E., Hart, A. D. (2008a). Tracing the source of campylobacteriosis. *PLoS Genetics*, *4*(9), e1000203.

- Wine, E., Gareau, M., Johnson-Henry, K., & Sherman, P. (2009). Strain-specific probiotic (*Lactobacillus helveticus*) inhibition of *Campylobacter jejuni* invasion of human epithelial cells. *FEMS Microbiology Letters*, *300*, 146-152.
- Wooten, J., Liu, X., & Miller, M. (2016). Draft genome sequence of *Lactobacillus crispatus* JCM5810, which can reduce *Campylobacter jejuni* colonization in chicken intestine. *Genome Announcement*, *4*, e216-255.
- Zacconi, C., Scolari, G., Vescovo, M., & Sarra, P. (2003). Competitive exclusion of *Campylobacter jejuni* by kefir fermented milk. *Annals of Microbiology*, *53*, 179-187.
- Zimmer, M., Barnhart, H., Idris, U., & Lee, M. (2003). Risk factors for *Campylobacter* spp. colonization in broiler flocks in Iceland. *Avian Diseases*, *47*, 101-107.