IZSAM G.CAPORALE
TERAMO

Listeria monocytogenes
Laboratorio Nazionale di Riferimento

Studio sulla presenza e persistenza di *Listeria monocytogenes* in alimenti e in ambienti di lavoro di industrie alimentari

Salvatore Antoci - Antonio Rinaldi

Teramo 13 giugno 2019

Obiettivo generale

Progetto di ricerca corrente

Area tematica Sicurezza Alimentare

4 U.O. :

- Ricerca e sviluppo e biotecnologie
- Igiene degli alimenti
- Covepi
- CED

Obiettivo generale

Listeria monocytogenes è un batterio che in base alle sue caratteristiche è capace di sopravvivere negli ambienti di lavorazione anche a seguito di sanificazioni

Obiettivo generale

Superfici non facilmente raggiungibili da detergenti e disinfettanti o che non subiscono regolare pulizia, possono rappresentare nicchie trofiche per *Listeria monocytogenes*, favorendo la persistenza negli ambienti di lavorazione

Obiettivo generale

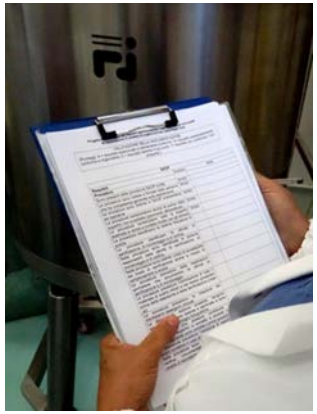
«Gli operatori del settore alimentare che producono alimenti pronti, i quali possono sviluppare Listeria monocytogenes e presentare pertanto un rischio per la salute pubblica, procedono nell'ambito del loro piano di campionamento al prelievo di campioni dalle aree di lavorazione e dalle attrezzature per la ricerca di L. monocytogenes.»

Regolamento CE 2073/2005 Articolo 5 punto 2

Obiettivi specifici

- Contaminazione negli ambienti di lavorazione
- Identificazione delle sorgenti e la diffusione
- Persistenza
- Supporto alle aziende

Selezione degli stabilimenti



- volumi di produzione
- tipologie di prodotto
- realtà economica dell'Abruzzo e del Molise di dimensioni variabili (da piccole a grandi)
- accordo con i Servizi Veterinari delle ASL

Selezione degli stabilimenti

Regione Abruzzo :

- L'Aquila 2 salumifici
- Chieti 3 salumifici - 4 caseifici
- Pescara 1 caseificio
- Teramo 1 salumificio

Regione Molise :

- Termoli 1 caseificio
- Isernia 1 salumificio - 1 caseificio

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Listeria monocytogenes
Laboratorio Nazionale di Riferimento

Scheda Verbale Superfici

Implementazione schede di prelievo SINVSA (Sistema Informativo Nazionale Veterinario per la Sicurezza degli Alimenti) :

Sistema Informativo Veterinario

STUDIO SULLA PRESENZA E PERSISTENZA DI LISTERIA MONOCYTOGENES IN ALIMENTI E IN AMBIENTI DI LAVORO DI

SCHEDA / VERBALE N. 2017006076S

2017006076S

STUDIO SULLA PRESENZA E PERSISTENZA DI LISTERIA MONOCYTOGENES IN ALIMENTI E IN AMBIENTI DI LAVORO DI INDUSTRIE ALIMENTARI

A. PARTE GENERALE

Ente: ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DELL'ABRUZZO E DEL MOLISE "G. CAPORALE" - SEDE CENTRALE DI TERAMO

A1. Strategia di campionamento (*):			
MONITORAGGIO			
A2. Metodo di campionamento (*):			
CAMPIONE INDIVIDUALE/SINGOLO			
A3. Programma di controllo (*):			
LISTERIA MONOCYTOGENES			
A4. Prelevatore / i (*):			
ANTOCI SALVATORE			
A5. Luogo di prelievo (*):			
STABILIMENTO DI PRODUZIONE LATTE E PRODOTTI A BASE DI LATTE			
A6. Codice identificativo luogo di prelievo (*):			
AA000000043CHIT			
A12. Ragione sociale (*):	**A8. Indirizzo del luogo di prelievo (*):**	**A9. Comune (*):**	
SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA PRODUTTORI LATTE MAIELLETTA	C.DA S. DOMENICO SNC	GUARDIAGRELE	
A14. Codice fiscale (*):	**A13. Rappresentante legale (*):**	**A16. Telefono : (*):**	**A15. Responsabile sede produttiva (*):**
00103890695		00000	DA MODIFICARE DA MODIFICARE
A11. Data e ora di inizio prelievo			
03/04/2017 10:00			

B. INFORMAZIONE SUL CAMPIONE

SUPERFICIE (CAMPIONE N. 1)

A14b.Numero di aliquote	**A14c.Numero di unita campionarie**	**B0. Identificativo del campione (*):**	
1	1	1	
B1. Matrice del campione (*):			
ATTREZZATURA - ARMADIO/SCAFFALE/CASSETTIERA			
B47. Fase di prelievo (*)	**Tipo campione (*)**	**Area prelievo (in cm2) (*)**	**Reparto prelievo (*)**
DURANTE LA LAVORAZIONE	ATTREZZATURA	900	CONFEZIONAMENTO
Linea produzione (*)	**B29. Tutta la superficie (*)**	**Descrizione**	**Tipo superficie (*)**
MOZZARELLA	NO		NON A CONTATTO

B. INFORMAZIONE SUL CAMPIONE

SUPERFICIE (CAMPIONE N. 2)

A14b.Numero di aliquote	**A14c.Numero di unita campionarie**	**B0. Identificativo del campione (*):**

Data di elaborazione: 05/04/2017

Pagina 1 di 8

Documentazione raccolta

- planimetria dello stabilimento;
- documentazione relativa ai processi produttivi;
- procedure sulle operazioni pulizia e disinfezione;
- schede tecniche e i tempi di azione

  dei disinfettanti utilizzati;

Campionamento

Nel prima sessione di campionamento, sono stati prelevati 30 campioni da superfici a contatto e non a contatto per la ricerca di *Listeria monocytogenes.*

Campionamento

Sono state previste cinque sessioni di campionamento:

- 3 sessioni in fase operativa
- 2 sessioni in fase post operativa

Campionamento

22 superfici non a contatto

8 a contatto con gli alimenti

Sono stati aggiunti i siti di prelievo risultati positivi al primo campionamento.

Punti di prelievo

- 1 Confezionatrice - ripiano
- 2 Confezionatrice - interruttore e pulsantiera
- 3 Bilancia
- 4 Carrello
- 5 Tavolo
- 6 Ruota
- 7 Porta
- 8 Armadio
- 9 Tira acqua/scopa
- 10 Supporto per sacco pattumiera

Punti di prelievo

- 11 Tubo acqua
- 12 Lavandino esterno
- 13 Lavandino interno
- 14 Interruttore
- 15 Giunzione pavimento parete
- 16 Cella frigorifera - cremagliera
- 17 Cella frigorifera - maniglie
- 18 Cella frigorifera - interruttore
- 19 Cella frigorifera - giunzione pavimento parete
- 20 Cella stagionatura - maniglie

Punti di prelievo

21 Cella stagionatura - giunzione pavimento parete

22 Vassoio

23 Coltello

24 Tavolo di lavorazione in teflon/acciao

25 Tavolo di lavorazione in teflon/acciaio

26 Impastatrice /Filatrice

27 Insaccatrice/Polivalente

28 Tritacarne/Vasca di rassodamento

29 Pozzetto di scarico delle acque di lavaggio

30 Stivali/Scarpe

Prodotti

Sono stati prelevati i campioni di prodotti a base di carne e di latte più rappresentativi presenti in azienda al momento del campionamento.

Nella prima sessione di campionamento è stata effettuata la determinazione del pH e dell'aW al fine di selezionare i prodotti per i campionamenti successivi.

Accertamenti analitici

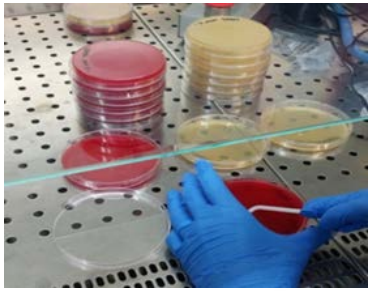
Ricerca *L. monocytogenes* (FSIS)

Determinazione del pH

Determinazione dell'aw

Ricerca Listeria monocytogenes (ISO)

Numerazione Listeria monocytogenes (ISO)



IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Listeria monocytogenes
Laboratorio Nazionale di Riferimento

Caratterizzazione dei ceppi

- Identificazione sierologica
- PCR sierogruppo
- Pulsed field gel electrophoresis PFGE
- Analisi dei profili PFGE
- Gestione dei ceppi attraverso il SEAP (Sistema informativo per la Sorveglianza epidemiologica agenti patogeni di origine alimentare)

Risultati

Attività di campionamento:

Marzo 2017 – Maggio 2018

Listeria monocytogenes è stata rilevata 10 stabilimenti su 14:

6/7 stabilimenti di prodotti a base di carne;

4/7 stabilimenti di prodotti a base di latte;

Risultati

Listeria monocytogenes è stata rilevata in 191/2620 tamponi:

- N.C. 134 (pozzetto di scarico delle acque di lavaggio – materiale per la pulizia – lavandino – ruota- giunzione pavimento-parete)

- C 57 (tavoli di lavorazione – macchinari – coltello)

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Listeria monocytogenes
Laboratorio Nazionale di Riferimento

Risultati

Listeria monocytogenes è stata rilevata in 30/393 prodotti:

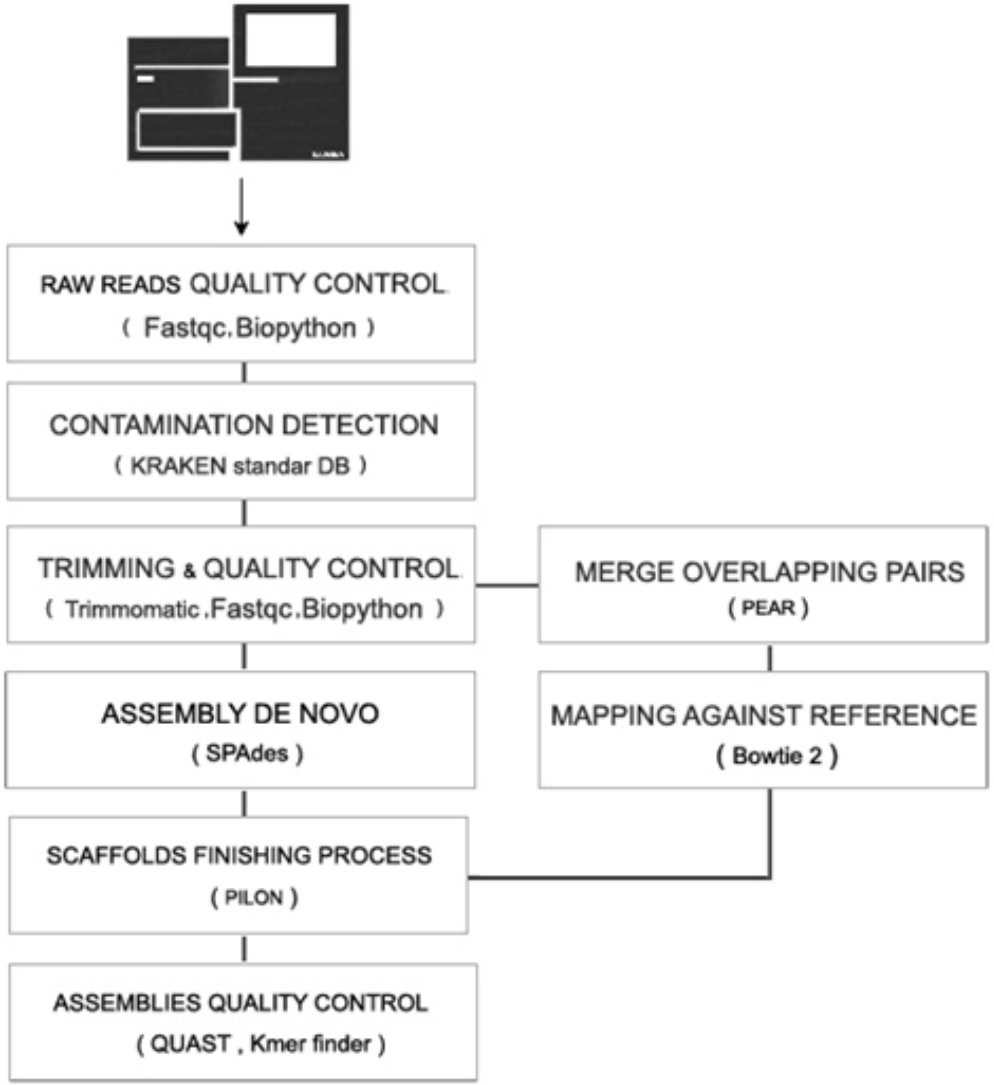
- 4 prodotti a base di latte
- 26 prodotti a base di carne

Risultati

I risultati acquisiti serviranno:

- implementazione di specifiche misure correttive negli stabilimenti
- esecuzione di attività formative rivolte ai Servizi Veterinari e all'OSA

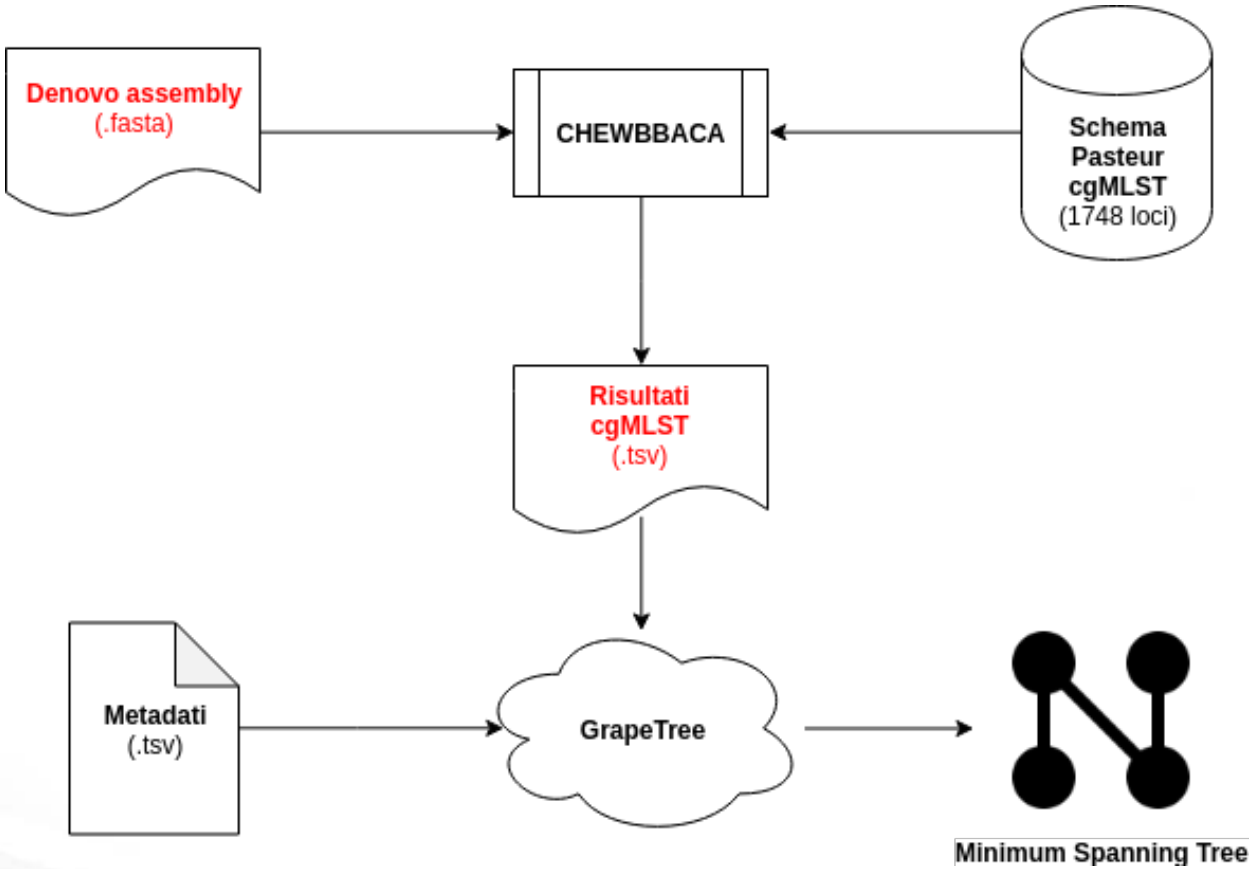
Sequenziamento e Analisi Bioinformatica



IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Centro di Referenza Nazionale per Sequenze Genomiche di microrganismi patogeni: banca dati e analisi di Bioinformatica

Core Genome MLST



IZSAM G.CAPORALE TERAMO

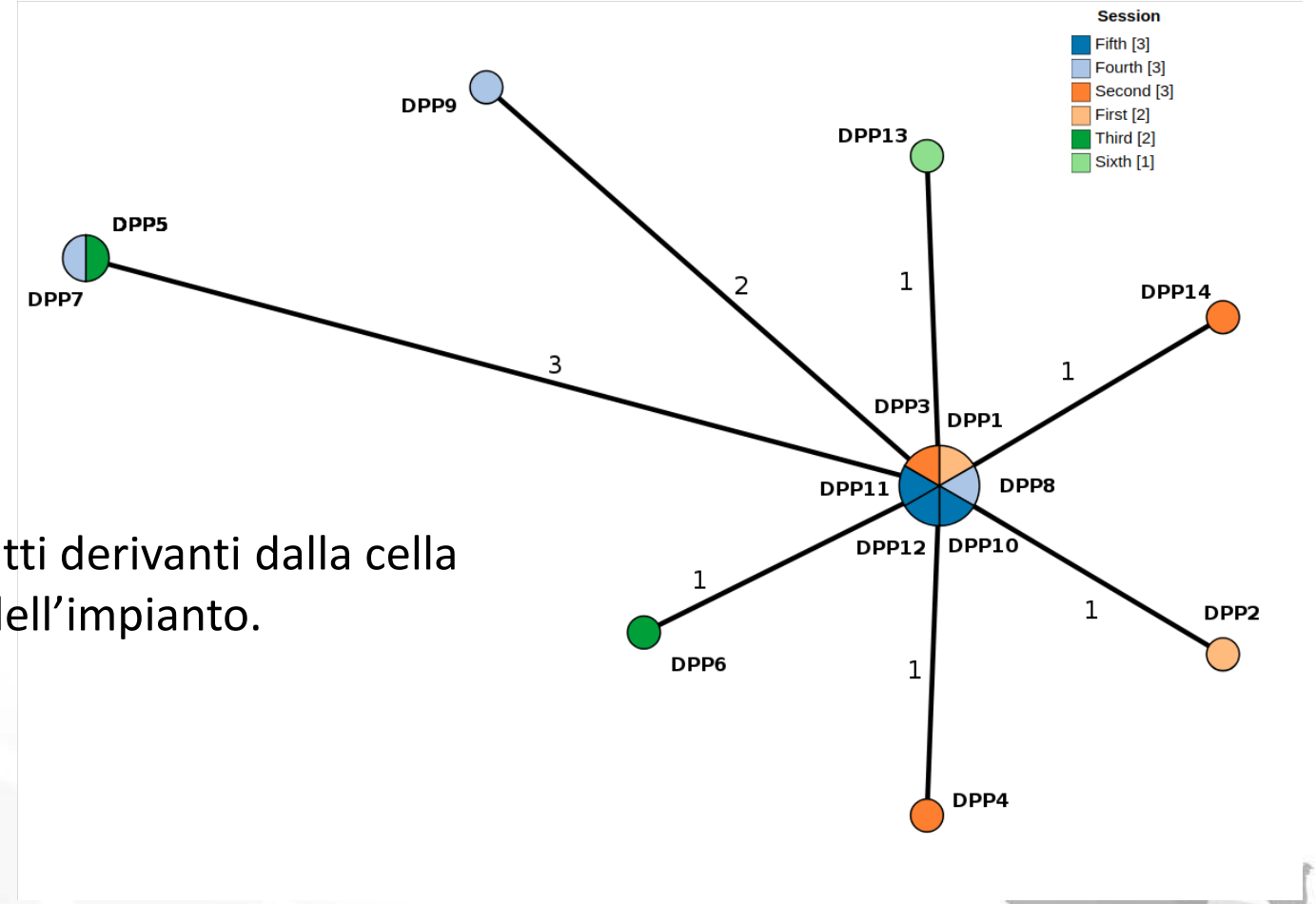
Centro di Referenza Nazionale per Sequenze Genomiche di microrganismi patogeni: banca dati e analisi di Bioinformatica

Core Genome MLST

Stabilimento	Numero isolati	Copertura media cgMLST
Caseificio	14	99%
Salumificio	33	99%

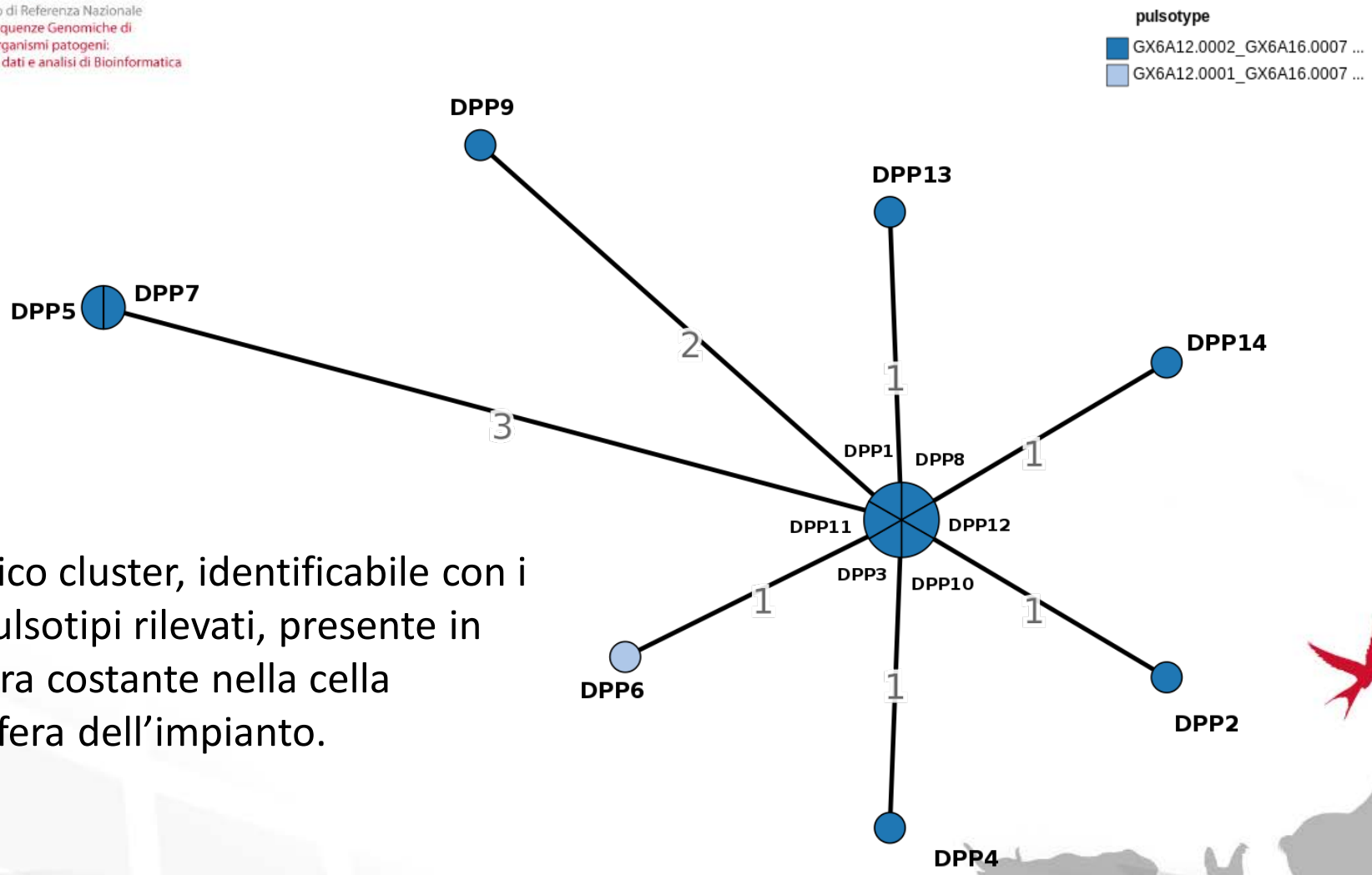
Schema Pasteur cgMLST 1748 loci.

Risultati - Caseificio



14 Isolati tutti derivanti dalla cella frigorifera dell'impianto.

Risultati - Caseificio

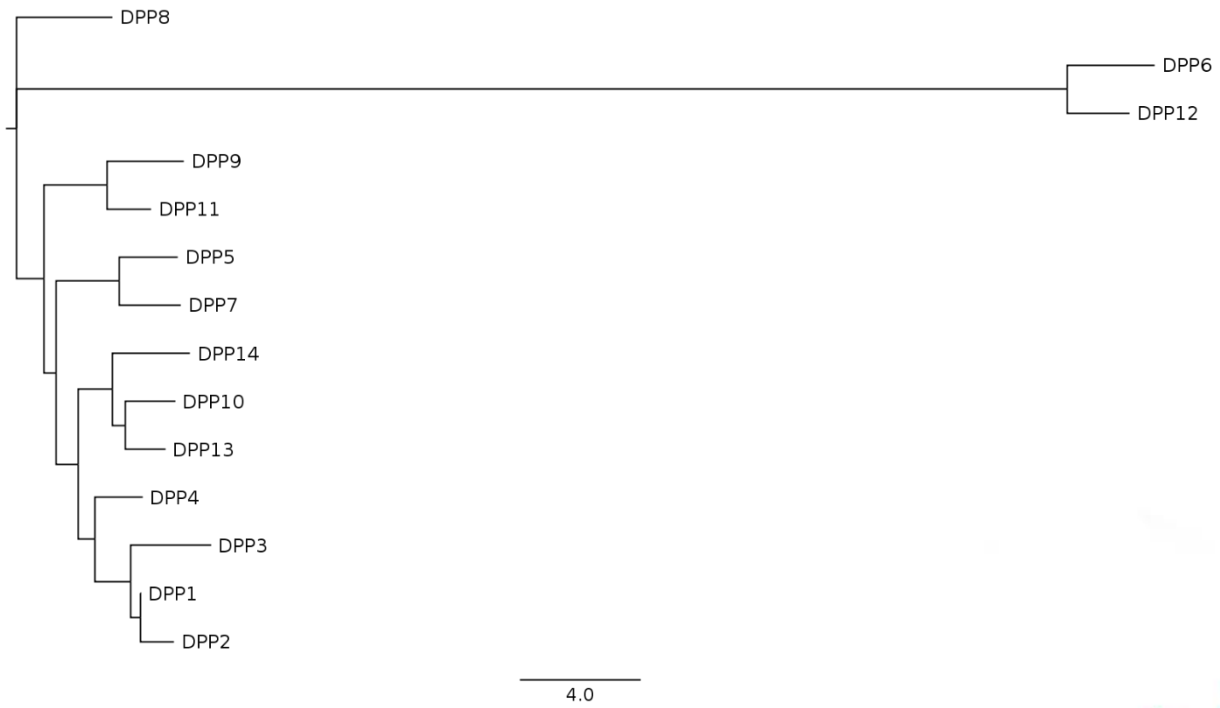


Un unico cluster, identificabile con i due pulsotipi rilevati, presente in maniera costante nella cella frigorifera dell'impianto.

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Centro di Referenza Nazionale per Sequenze Genomiche di microrganismi patogeni: banca dati e analisi di Bioinformatica

Risultati - Caseificio



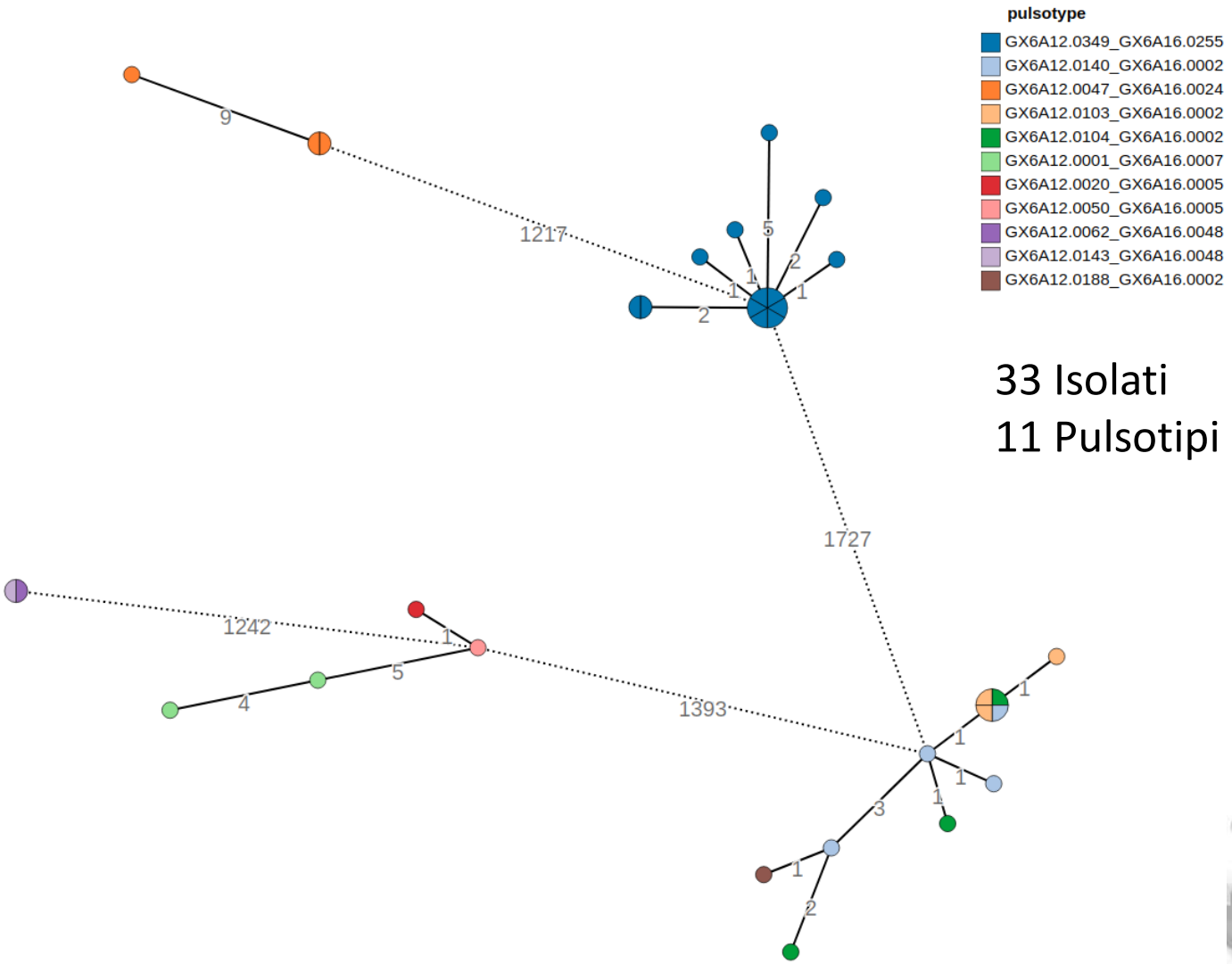
Analisi di SNP (KSNP3):

Conferma l'alta similarità tra gli isolati del cluster (max 11 SNP). Eccetto per due campioni che risultano avere 45 SNP di differenza rispetto agli altri isolati.

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Centro di Referenza Nazionale per Sequenze Genomiche di microrganismi patogeni: banca dati e analisi di Bioinformatica

Risultati - Salumificio



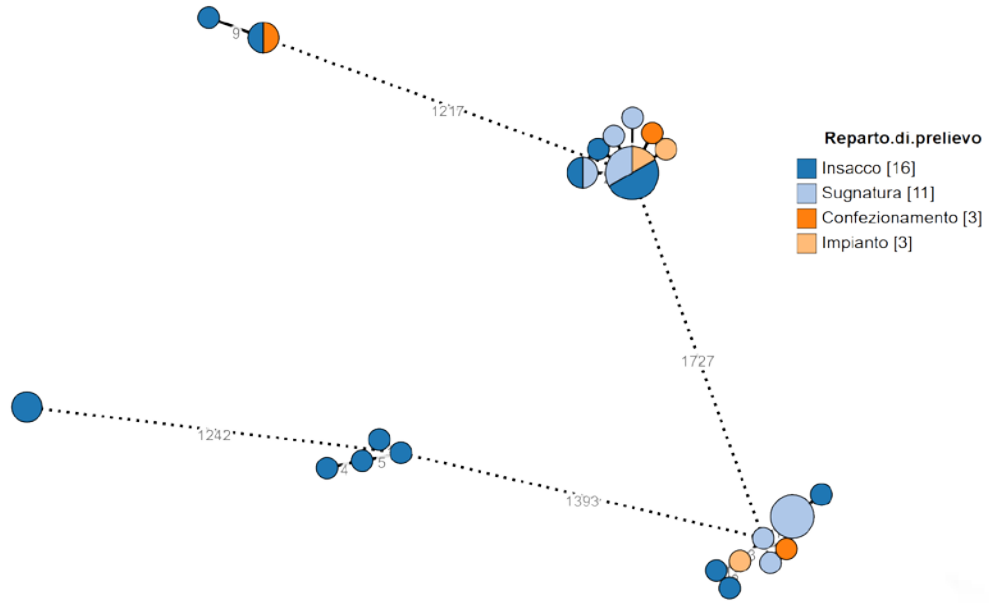
33 Isolati

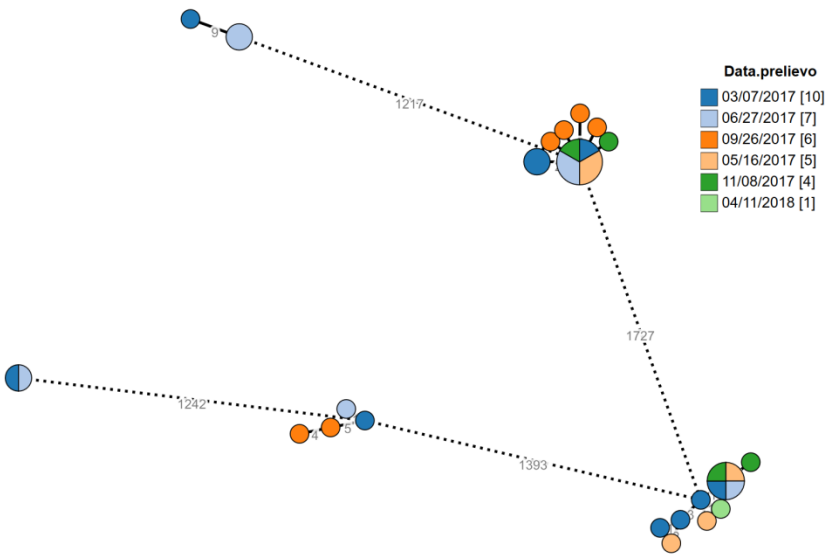
11 Pulsotipi

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Centro di Referenza Nazionale per Sequenze Genomiche di microrganismi patogeni: banca dati e analisi di Bioinformatica

Risultati - Salumificio





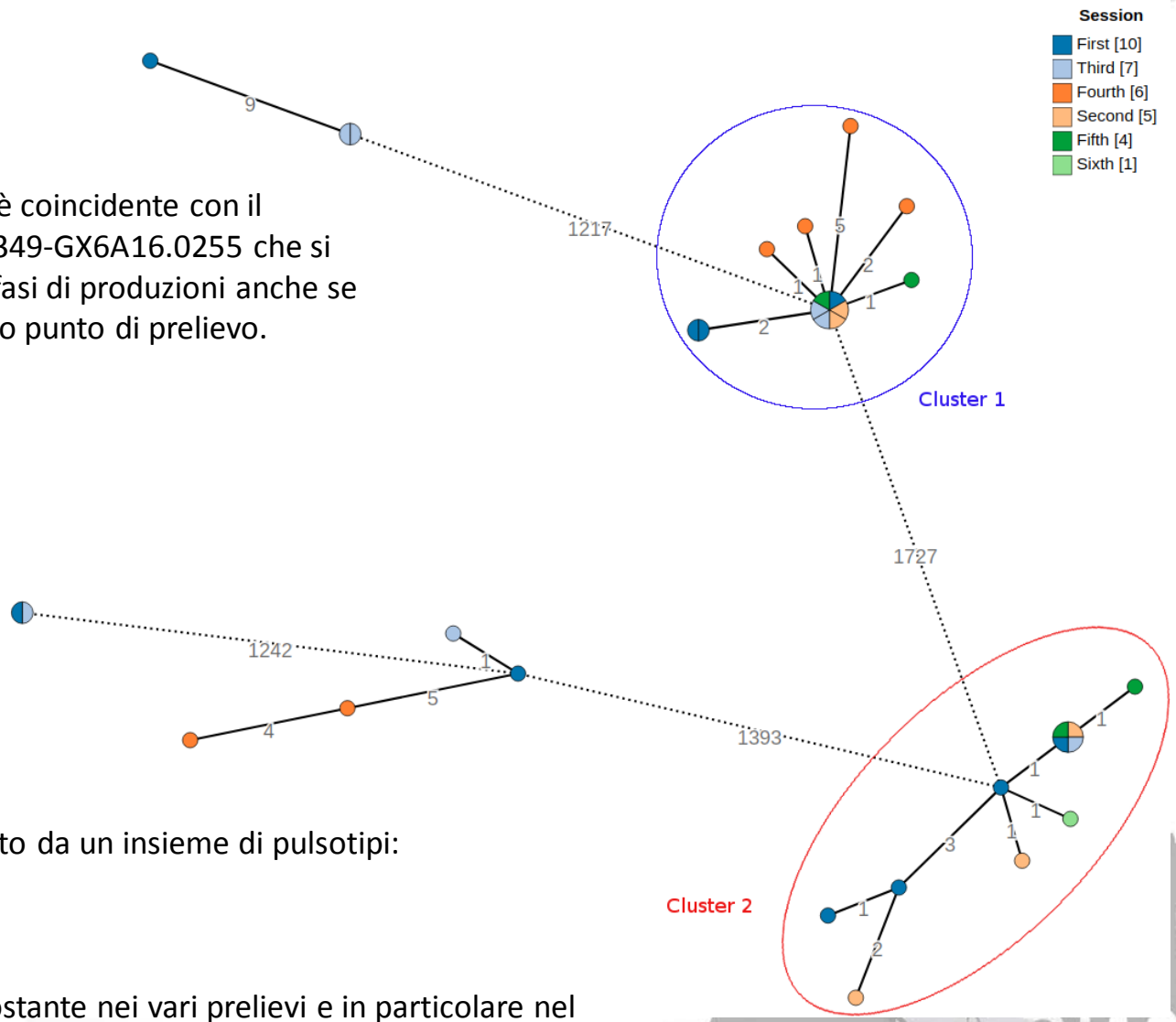
2 principali cluster presenti in quasi tutte le sessioni e in tutti i reparti.

Risultati - Salumificio

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Centro di Referenza Nazionale per Sequenze Genomiche di microrganismi patogeni: banca dati e analisi di Bioinformatica

Cluster1 (13 isolati) è coincidente con il pulsotipo GX6A12.0349-GX6A16.0255 che si riscontra in tutte le fasi di produzioni anche se non legato a un unico punto di prelievo.



Cluster2 (11 isolati) è rappresentato da un insieme di pulsotipi:
GX6A12.0104 -GX6A16.0002
GX6A12.0140-GX6A16.0002
GX6A12.0103-GX6A16.0002
Assieme si riscontrano in modo costante nei vari prelievi e in particolare nel reparto sugnatura, nel pozzetto di scarico delle acque.

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Centro di Referenza Nazionale per Sequenze Genomiche di microrganismi patogeni: banca dati e analisi di Bioinformatica

Risultati

Geni resistenti ai detergenti

Pasteur: Sequence query - Listeria locus/sequence definitions

Nessun gene resistente ai detergenti è stato trovato nei ceppi persistenti nel caseificio né nei ceppi appartenenti al Cluster 1 del salumificio.

Diversamente, in tutti gli 11 ceppi del Cluster 2 del salumificio è stato identificato il gene **Tn6188** e tutti appartenevano allo ST121. Questo è uno degli ST più diffusi in tutto il mondo ed è stato isolato come tipo persistente negli ambienti alimentari e associati agli alimenti (in particolare nella carne e nei prodotti a base di carne) in diversi paesi (*Ortiz et al., 2016*). La presenza del Tn6188 per la tolleranza al benzalconio cloruro potrebbe spiegare le caratteristiche del Cluster 2 isolato nel salumificio.

IZSAM G.CAPORALE
TERAMO

Centro di Referenza Nazionale
per Sequenze Genomiche di
microrganismi patogeni:
banca dati e analisi di Bioinformatica

Conclusioni

- Il motivo per cui i ceppi del caseificio e quelli del Cluster 1 del salumificio possono persistere nell'ambiente di trasformazione dei prodotti alimentari ha ancora bisogno di delucidazioni.

- La genomica può fornire un aiuto cruciale per mettere in atto diverse procedure di pulizia in caso di ceppi persistenti.

- Ulteriori indagini includeranno la valutazione della capacità di formazione del biofilm dei ceppi persistenti di *L. monocytogenes.*

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

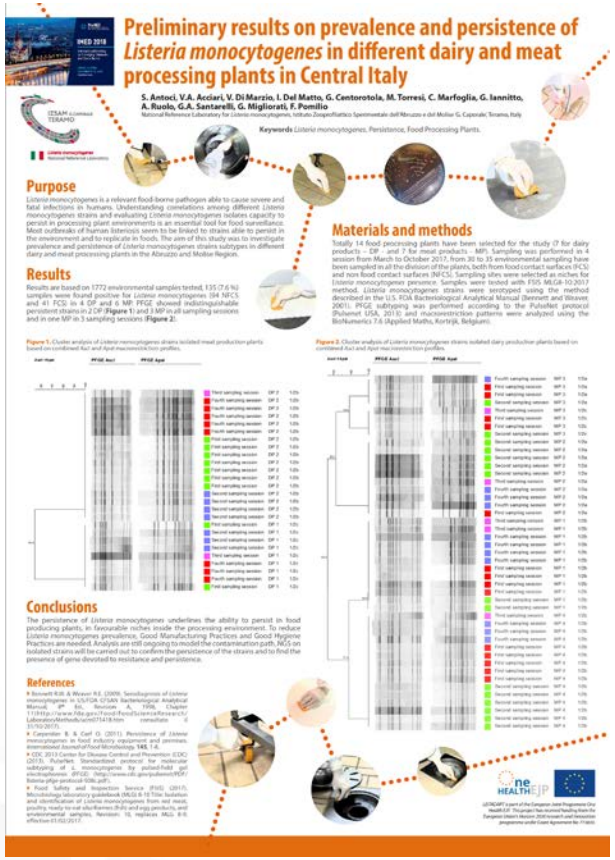
Listeria monocytogenes
Laboratorio Nazionale di Riferimento

Divulgazione dei risultati

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Listeria monocytogenes
Laboratorio Nazionale di Riferimento

Divulgazione dei risultati



Preliminary results on prevalence and persistence of *Listeria monocytogenes* in different dairy and meat processing plants in Central Italy

S. Antoci, V.A. Acciari, V. Di Marzio, I. Del Matto, G. Centorotola, M. Torresi, C. Marfoglia, G. Iannitto, A. Ruolo, G.A. Santarelli, G. Migliorati, F. Pomilio

National Reference Laboratory for *Listeria monocytogenes*, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise 'G. Caporale', Teramo, Italy

Keywords *Listeria monocytogenes*, Persistence, Food Processing Plants.

Purpose

Listeria monocytogenes is a relevant food-borne pathogen able to cause severe and fatal infections in humans. Understanding correlations among different *Listeria monocytogenes* strains and evaluating *Listeria monocytogenes* isolates capacity to persist in processing plant environments is an essential tool for food surveillance. Most outbreaks of human listeriosis seem to be linked to strains able to persist in the environment and to replicate in foods. The aim of this study was to investigate prevalence and persistence of *Listeria monocytogenes* strains subtypes in different dairy and meat processing plants in the Abruzzo and Molise Region.

Results

Results are based on 1772 environmental samples tested, 135 (7.6 %) samples were found positive for *Listeria monocytogenes* (94 NFCS and 41 FCS) in 4 DP and 6 MP. PFGE showed indistinguishable persistent strains in 2 DP (**Figure 1**) and 3 MP in all sampling sessions and in one MP in 3 sampling sessions (**Figure 2**).

Materials and methods

Totally 14 food processing plants have been selected for the study (7 for dairy products – DP – and 7 for meat products – MP). Sampling was performed in 4 session from March to October 2017, from 30 to 35 environmental sampling have been sampled in all the division of the plants, both from food contact surfaces (FCS) and non food contact surfaces (NFCS). Sampling sites were selected as niches for *Listeria monocytogenes* persence. Samples were tested with FSIS MLG8-10:2017 method. *Listeria monocytogenes* strains were serotyped using the method described in the U.S. FDA Bacteriological Analytical Manual (Bennett and Weaver, 2001). PFGE subtyping was performed according to the PulseNet protocol (PulseNet USA, 2016) and macrorestriction patterns were analyzed using the BioNumerics 7.6 (Applied Maths, Kortrijk, Belgium).

Figure 1. Cluster analysis of *Listeria monocytogenes* strains isolated meat production plants based on combined AscI and ApaI macrorestriction profiles.

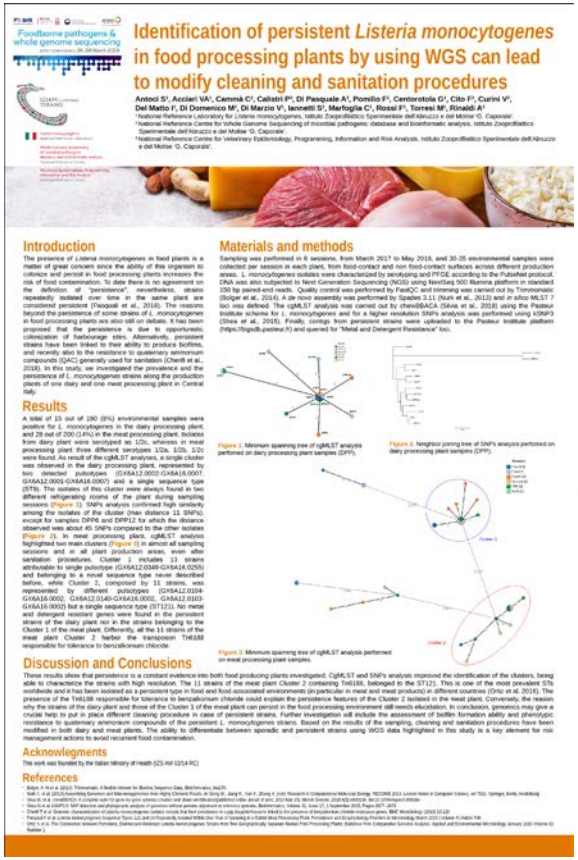
Figure 2. Cluster analysis of *Listeria monocytogenes* strains isolated dairy production plants based on combined AscI and ApaI macrorestriction profiles.

Conclusions

The persistence of *Listeria monocytogenes* underlines the ability to persist in food producing plants, in favourable niches inside the processing environment. To reduce *Listeria monocytogenes* prevalence, Good Manufacturing Practices and Good Hygiene Practices are needed. Analysis are still ongoing to model the contamination path, NGS on isolated strains will be carried out to confirm the persistence of the strains and to find the presence of gene devoted to resistance and persistence.

References

- Bennett R.W. & Weaver R.E. (2001). Serodiagnosis of *Listeria monocytogenes* in US/FDA CFSAN Bacteriological Analytical Manual, 8th Ed., Revision A, 1998, Chapter 11 (http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070418.htm consultato il 31/10/2015).
- Carpentier B. & Cerf O. (2011). Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. International Journal of Food Microbiology, **145**, 1-8.
- CDC 2013 Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2013). PulseNet. Standardized protocol for molecular subtyping of *Listeria monocytogenes* by pulsed-field gel electrophoresis (PFGE). (http://www.cdc.gov/pulsenet/PDF/listeria-pfge-protocol-508c.pdf).
- Food Safety and Inspection Service (FSIS) (2017). Microbiology laboratory guidebook (MLG) 8.10 Title: Isolation and identification of *Listeria monocytogenes* from red meat, poultry, ready-to-eat ready-to-eat (RTE) and egg products, and environmental samples. Revision: 10, replaces MLG 8.10, effective 01.02.2017.



Identification of persistent *Listeria monocytogenes* in food processing plants by using WGS can lead to modify cleaning and sanitation procedures

Foodborne pathogens & whole genome sequencing

Antoci S[1], Acciari VA[1], Camma C[2], Calistri P[2], Di Pasquale A[2], Pomilio F[1], Centorotola G[1], Cito F[1], Curini V[2], Del Matto I[1], Di Domenico M[2], Di Marzio V[1], Iannetti S[1], Marfoglia C[1], Rossi F[1], Torresi M[1], Rinaldi A[1]

[1] National Reference Laboratory for *Listeria monocytogenes*, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise 'G. Caporale'.
[1] National Reference Centre for Whole Genome Sequencing of microbial pathogens: database and bioinformatic analysis, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise 'G. Caporale'.
[2] National Reference Centre for Veterinary Epidemiology, Programming, Information and Risk Analysis, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise 'G. Caporale'.

Introduction

The presence of *Listeria monocytogenes* in food plants is a matter of great concern since the ability of this organism to colonize and persist in food processing plants increases the risk of food contamination. To date there is no agreement on the definition of "persistence", nevertheless, strains repeatedly isolated over time in the same plant are considered persistent (Pasquali et al., 2018). The reasons beyond the persistence of some strains of *L. monocytogenes* in food processing plants are also still on debate. It has been proposed that the persistence is due to opportunistic colonization of harbourage sites. Alternatively, persistent strains have been linked to their ability to produce biofilms, and recently also to the resistance to quaternary ammonium compounds (QAC) generally used for sanitation (Cherifi et al., 2018). In this study, we investigated the prevalence and the persistence of *L. monocytogenes* strains along the production plants of one dairy and one meat processing plant in Central Italy.

Materials and methods

Sampling was performed in 6 sessions, from March 2017 to May 2018, and 30-35 environmental samples were collected per session in each plant, from food-contact and non food-contact surfaces across different production areas. *L. monocytogenes* isolates were characterized by serotyping and PFGE according to the PulseNet protocol. DNA was also subjected to Next Generation Sequencing (NGS) using NextSeq 500 Illumina platform in standard 150 bp paired-end reads. Quality control was performed by FastQC and trimming was carried out by Trimmomatic (Bolger et al., 2014). A de novo assembly was performed by Spades 3.11 (Nurk et al., 2013) and in silico MLST 7 loci was defined. The cgMLST analysis was carried out by chewBBACA (Silva et al., 2018) using the Pasteur Institute scheme for *L. monocytogenes* and for a higher resolution SNPs analysis was performed using kSNP3 (Shea et al., 2015). Finally, contigs, from persistent strains were uploaded to the Pasteur Institute platform (https://bigsb.pasteur.fr) and queried for "Metal and Detergent Resistance" loci.

Results

A total of 10 out of 190 (5%) environmental samples were positive for *L. monocytogenes* in the dairy processing plant, and 28 out of 200 (14%) in the meat processing plant. Isolates from dairy plant were serotyped as 1/2c, whereas in meat processing plant three different serotypes 1/2a, 1/2b, 1/2c were found. As result of the cgMLST analyses, a single cluster was observed in the dairy processing plant, represented by two detected pulsotypes (GX6A12.0002-GX6A16.0007, GX6A12.0001-GX6A16.0007) and a single sequence type (ST78). The isolates of this cluster were always found in two different refrigerating rooms of the plant during sampling sessions (Figure 3). SNPs analysis confirmed high similarity among the isolates of the cluster (max distance 12 SNPs), except for samples DPP8 and DPP12 for which the distance observed was about 45 SNPs compared to the other isolates (Figure 2). In meat processing plant, cgMLST analysis highlighted two main clusters (Figure 3) in almost all sampling sessions and in all plant production areas, even after sanitation procedures. Cluster 1 includes 13 strains attributable to single pulsotype (GX6A12.0349-GX6A16.0255) and belonging to a novel sequence type never described before, while Cluster 2, composed by 11 strains, was represented by different pulsotypes (GX6A12.0104-GX6A16.0002, GX6A12.0140-GX6A16.0002, GX6A12.0103-GX6A16.0002) but a single sequence type (ST121). No metal and detergent resistant genes were found in the persistent strains of the dairy plant nor in the strains belonging to the Cluster 1 of the meat plant. Differently, all the 11 strains of the meat plant Cluster 2 harbor the transposon Tn6188 responsible for tolerance to benzalkonium chloride.

Figure 1. Minimum spanning tree of cgMLST analysis performed on dairy processing plant samples (DPP).

Figure 2. Neighbor joining tree of SNPs analysis performed on dairy processing plant samples (DPP).

Figure 3. Minimum spanning tree of cgMLST analysis performed on meat processing plant samples.

Discussion and Conclusions

These results show that persistence is a constant evidence into both food producing plants investigated. CgMLST and SNPs analysis improved the identification of the clusters, being able to characterize the strains with high resolution. The 11 strains of the meat plant Cluster 2 containing Tn6188, belonged to the ST121. This is one of the most prevalent STs worldwide and it has been isolated as a persistent type in food and food-associated environments (in particular in meat and meat products) in different countries (Ortiz et al. 2016). The presence of the Tn6188 responsible for tolerance to benzalkonium chloride could explain the persistence features of the Cluster 2 isolated in the meat plant. Conversely, the reason why the strains of the dairy plant and those of the Cluster 1 of the meat plant can persist in the food processing environment still needs elucidation. In conclusion, genomics may give a crucial help to put in place different cleaning procedure in case of persistent strains. Further investigation will include the assessment of biofilm formation ability and phenotypic resistance to quaternary ammonium compounds of the persistent strains. Based on the results of the sampling, cleaning and sanitation procedures have been modified in both dairy and meat plants. The ability to differentiate between sporadic and persistent strains using WGS data highlighted in this study is a key element for risk management actions to avoid recurrent food contamination.

Acknowlegments

This work was founded by the Italian Ministry of Health (GS-AW 12/14 RC)

References

- Bolger, A. M. et al. (2014). Trimmomatic: A flexible trimmer for Illumina Sequence Data. Bioinformatics, btu170.
- Nurk, S. et al. (2013). Assembling Genomes and Mini-metagenomes from Highly Chimeric Reads. In: Deng, M., Jiang, R., Sun, F., Zhang, X. (eds) Research in Computational Molecular Biology. RECOMB 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol 7821. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Silva, M. et al. (2018). A complete suite for gene-by-gene schema creation and strain characterization. Oxford Bioinformatics, bioinformatics/bty497.
- Shea, B. et al. (2015). kSNP3.1: Detection and genotyping of SNP markers. Bioinformatics, 31(19), 2161–2163. https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btv090
- Cherifi T. et al. (2018). Persistence of Listeria monocytogenes isolates recovered from processing environments and food products in a cold smoked fish processing facility. BMC Microbiology 18(1) 220.
- Pasquali F. et al. Listeria monocytogenes Sequence Types 121 and 14 Frequently Isolated Within One Year of Sampling in a Ready-Meat Processing Plant: Persistence and Ecophysiology Traits in Model Biofilms. Front. Microbiol. 9:1828. doi: 10.3389/fmicb.2018.01828
- Ortiz S. et al. The Contaminant Jerseyan Portrait, Distinctive Molecular Listeria monocytogenes Strains from Ready-to-Eat Geographically Separated Meat-Poultry Processing Plants. Stationary Phase Cross-Protection Contains Analysis. Applied and Environmental Microbiology. January 2020. Volume 86. Number 1.

Ringraziamenti

- Ministero della Salute
- Aziende e i Servizi Veterinari Regioni Abruzzo e Molise
- Sezioni di Campobasso, Isernia, Avezzano, Pescara
- Reparto di Igiene e Tecnologie degli alimenti - Laboratorio trasformazioni sperimentali
- Reparto Biologia molecolare e tecnologie omiche
- Reparto Co.ve.pi.
- Reparto Bioinformatica
- Centro servizi nazionale anagrafe degli animali
- Produzione vaccini batterici e presidi diagnostici
- Accettazione e controllo
- Volontari e tirocinanti
- quanti hanno collaborato per la buona riuscita del progetto

IZSAM G.CAPORALE TERAMO

Listeria monocytogenes
Laboratorio Nazionale di Riferimento

Grazie per l'attenzione!