

DOI: 10.4081/ijfs.2024.12818

SUPPLEMENTARY MATERIAL

Comparative analysis of the microbiome composition of artisanal cheeses produced in the Mediterranean area

Valentina Indio,¹ Ursula Gonzales-Barron,² Chiara Oliveri,¹ Alex Lucchi,³ Antonio Valero,⁴ Fouad Achemchem,⁵ Gerardo Manfreda,³ Federica Savini,¹ Andrea Serraino,¹ Alessandra De Cesare¹

¹Department of Veterinary Medical Sciences, University of Bologna, Italy; ² Mountain Research Center (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Portugal; ³Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Italy; ⁴Department of Food Science and Technology, University of Cordoba, Spain; ⁵LASIME Laboratory, Agadir Superior School of Technology, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

Correspondence: Valentina Indio, Department of Veterinary Medical Sciences, Via Tolara di Sopra 50, 40064 Ozzano dell'Emilia (BO), Italy.

E-mail: valentina.indio2@unibo.it

Key words: shotgun metagenomic, artisanal cheese, biological hazards, antimicrobial resistance, Mediterranean products.

Supplementary Table 1. Samples table with product characteristics and sequencing yield.

Sample	Cheese type	Source	Country	Milk treatments	Fermentation type	Gbases	Millions of reads	Host genome
S2228						4.05	27.01	3.03%
S2229						4.04	26.95	1.22%
S2230	PDO Queijo de Cabra Transmontano	Goat	Portugal	No	Starter cultures	4.26	28.42	1.95%
S2259						5.38	35.86	1.95%
S2260						2.30	15.33	5.14%
S2261						4.12	27.49	4.73%
S2262						7.03	46.87	2.54%
S2270						5.10	33.99	0.09%
S2274	Moroccan Jben	Goat	Marocco	No	Spontaneous	5.21	34.71	0.14%
S2277						5.25	34.99	0.41%
S2254	PDO Queso Manchego	Sheep	Spain	No	Starter cultures	5.69	37.93	6.00%
S2039	PDO Squacquerone di Romagna	Cow	Italy	Filtration Pasteurization	Starter cultures	8.08	53.87	67.07%

Supplementary Table 2. Relative abundance of bacteria species belonging to pathogenic genera. Only species with relative abundance >0.1% in at least one sample were reported.

SPECIE	S2228	S2229	S2230	S2259	S2260	S2261	S2262	S2270	S2274	S2277	S2254	S2039
Bacillus cereus	0.086	0.060	0.109	0.082	0.104	0.095	0.082	0.123	0.062	0.055	0.092	0.011
Clostridium beijerinckii	0.039	0.058	0.053	0.037	0.059	0.042	0.047	0.129	0.043	0.061	0.040	0.007
Clostridium botulinum	0.054	0.043	0.073	0.048	0.068	0.054	0.046	0.128	0.056	0.085	0.042	0.004
Clostridium difficile	0.049	0.051	0.051	0.033	0.077	0.051	0.052	0.154	0.067	0.099	0.049	0.007
Enterococcus casseliflavus	0.241	0.208	0.521	0.298	0.302	0.261	0.437	2.254	0.621	1.578	0.162	0.000
Enterococcus faecalis	1.348	1.286	3.926	3.541	1.548	1.421	2.742	9.333	4.808	4.512	1.221	0.097
Enterococcus faecium	1.183	1.195	2.826	2.273	1.353	1.295	2.074	10.711	2.501	2.405	1.274	0.178
Enterococcus gallinarum	0.134	0.120	0.734	0.137	0.218	0.163	0.779	2.965	0.714	0.554	0.104	0.000
Enterococcus italicus	0.204	0.168	1.351	0.244	0.186	0.323	1.033	3.379	0.228	0.198	0.176	0.022
Escherichia albertii	0.018	0.022	0.010	0.012	0.026	0.022	0.014	0.100	0.091	0.147	0.001	0.000
Escherichia coli	0.474	0.427	0.264	0.593	1.063	0.635	0.475	9.544	3.932	5.230	0.038	0.059
Escherichia fergusonii	0.030	0.033	0.023	0.047	0.088	0.052	0.050	0.314	0.273	0.515	0.001	0.000
Escherichia sp. 1_1_43	0.004	0.002	0.002	0.008	0.019	0.005	0.004	0.100	0.023	0.033	0.000	0.000
Klebsiella pneumoniae	0.378	0.340	0.155	2.102	1.513	0.897	0.238	14.101	9.674	12.916	0.019	0.033
Klebsiella sp. 1_1_55	0.012	0.008	0.005	0.032	0.044	0.024	0.006	0.213	0.378	0.548	0.000	0.000
Klebsiella variicola	0.023	0.020	0.008	0.102	0.108	0.079	0.017	0.509	0.974	1.282	0.002	0.000
Listeria innocua	0.247	0.236	0.287	0.118	0.262	0.221	0.188	0.140	0.076	0.086	0.318	0.011
Listeria monocytogenes	0.342	0.348	0.264	0.315	0.350	0.351	0.215	0.371	0.137	0.211	0.327	0.033
Listeria welshimeri	0.063	0.054	0.084	0.052	0.085	0.058	0.065	0.127	0.053	0.066	0.052	0.015
Salmonella enterica	0.557	0.534	0.277	0.731	1.306	0.757	0.763	3.950	4.223	7.194	0.033	0.015
Shigella boydii	0.014	0.013	0.007	0.013	0.025	0.021	0.009	0.185	0.120	0.140	0.001	0.000
Shigella dysenteriae	0.020	0.019	0.014	0.024	0.040	0.030	0.019	0.412	0.139	0.190	0.001	0.000
Shigella flexneri	0.037	0.033	0.020	0.050	0.063	0.043	0.031	0.562	0.149	0.334	0.002	0.000
Shigella sonnei	0.013	0.019	0.010	0.020	0.038	0.017	0.019	0.276	0.128	0.187	0.001	0.004
Staphylococcus aureus	0.085	0.052	0.047	0.066	0.089	0.066	0.046	0.058	0.017	0.027	0.301	0.019
Staphylococcus epidermidis	0.029	0.039	0.027	0.061	0.065	0.058	0.020	0.035	0.009	0.013	0.227	0.026
Staphylococcus haemolyticus	0.021	0.030	0.017	0.042	0.054	0.033	0.015	0.042	0.014	0.018	0.137	0.015
Staphylococcus hominis	0.008	0.006	0.008	0.018	0.010	0.012	0.003	0.002	0.002	0.005	0.111	0.007
Staphylococcus saprophyticus	0.037	0.024	0.026	0.050	0.033	0.025	0.015	0.028	0.012	0.015	0.648	0.007
Staphylococcus warneri	0.006	0.003	0.003	0.014	0.007	0.005	0.002	0.006	0.002	0.003	0.123	0.004
Streptococcus agalactiae	0.677	0.648	0.406	0.373	0.931	0.736	0.312	0.142	0.077	0.187	0.468	0.680
Streptococcus anginosus	0.083	0.075	0.046	0.038	0.110	0.079	0.033	0.013	0.003	0.013	0.045	0.078
Streptococcus downei	0.152	0.100	0.078	0.040	0.145	0.151	0.060	0.015	0.004	0.014	0.050	0.033
Streptococcus dysgalactiae	0.204	0.204	0.153	0.177	0.460	0.253	0.094	0.045	0.012	0.100	0.168	0.041
Streptococcus equi	0.371	0.314	0.281	0.260	0.640	0.433	0.202	0.064	0.042	0.136	0.257	0.212
Streptococcus equinus	0.069	0.048	0.045	0.043	0.103	0.065	0.032	0.014	0.005	0.024	0.041	0.041
Streptococcus gallolyticus	0.302	0.289	0.277	0.197	0.538	0.353	0.225	0.161	0.050	0.111	0.218	0.260

Streptococcus gordonii	0.276	0.288	0.267	0.180	0.411	0.349	0.184	0.064	0.033	0.042	0.236	0.293
Streptococcus infantarius	0.173	0.121	0.117	0.152	0.295	0.174	0.108	0.054	0.022	0.045	0.111	0.178
Streptococcus mitis	0.195	0.172	0.213	0.147	0.231	0.232	0.171	0.059	0.017	0.043	0.102	0.691
Streptococcus mutans	0.457	0.404	0.337	0.262	0.663	0.544	0.280	0.191	0.064	0.139	0.280	0.887
Streptococcus parasanguinis	0.124	0.105	0.073	0.073	0.172	0.181	0.071	0.021	0.010	0.018	0.076	0.412
Streptococcus pneumoniae	0.399	0.336	0.326	0.198	0.550	0.468	0.256	0.138	0.074	0.102	0.249	0.980
Streptococcus pseudoporcinus	0.547	0.574	0.406	0.298	0.959	0.711	0.281	0.018	0.014	0.222	0.367	0.067
Streptococcus pyogenes	1.010	1.015	0.775	0.706	1.799	1.264	0.625	0.164	0.113	0.350	0.897	0.943
Streptococcus salivarius	0.086	0.093	0.075	0.054	0.139	0.105	0.052	0.015	0.010	0.088	0.126	3.732
Streptococcus sanguinis	0.199	0.222	0.159	0.130	0.334	0.233	0.148	0.074	0.032	0.069	0.144	0.204
Streptococcus sp. 2_1_36FAA	0.104	0.094	0.073	0.043	0.120	0.109	0.059	0.013	0.004	0.013	0.032	0.089
Streptococcus sp. oral taxon 071	0.020	0.018	0.018	0.009	0.031	0.026	0.011	0.005	0.003	0.007	0.013	0.123
Streptococcus suis	0.355	0.499	0.315	0.307	0.575	0.414	0.269	0.156	0.052	0.115	0.287	0.327
Streptococcus thermophilus	0.723	0.645	0.368	0.400	0.874	0.850	0.265	0.138	0.048	0.871	1.421	57.324
Streptococcus uberis	0.841	0.860	0.630	0.443	1.487	1.003	0.455	0.102	0.036	0.365	0.596	0.137
Streptococcus vestibularis	0.032	0.035	0.023	0.012	0.043	0.045	0.025	0.008	0.001	0.041	0.054	1.422
Yersinia aldovae	0.024	0.026	0.061	0.007	0.059	0.040	0.043	0.030	0.118	0.031	0.001	0.000
Yersinia bercovieri	0.026	0.029	0.075	0.008	0.055	0.049	0.052	0.042	0.134	0.079	0.003	0.000
Yersinia enterocolitica	0.139	0.165	0.323	0.055	0.332	0.215	0.265	0.120	0.783	0.271	0.018	0.004
Yersinia frederiksenii	0.041	0.052	0.088	0.020	0.104	0.073	0.074	0.030	0.218	0.094	0.004	0.000
Yersinia intermedia	0.041	0.050	0.095	0.019	0.113	0.070	0.073	0.041	0.195	0.088	0.004	0.000
Yersinia kristensenii	0.027	0.024	0.055	0.006	0.041	0.038	0.038	0.012	0.106	0.054	0.004	0.004
Yersinia mollaretii	0.023	0.036	0.072	0.008	0.067	0.046	0.051	0.055	0.134	0.056	0.003	0.004
Yersinia pestis	0.053	0.047	0.093	0.038	0.118	0.075	0.085	0.086	0.405	0.250	0.007	0.004
Yersinia pseudotuberculosis	0.060	0.079	0.110	0.041	0.143	0.086	0.098	0.065	0.422	0.235	0.015	0.004
Yersinia rohdei	0.020	0.022	0.045	0.008	0.059	0.029	0.043	0.038	0.118	0.058	0.001	0.007
Yersinia ruckeri	0.031	0.041	0.075	0.008	0.088	0.044	0.050	0.019	0.172	0.051	0.002	0.004