

## Опасност от зараза на месо от бройлери със салмонела

Олга Юнку, Николае Старчук\*, Игор Петку

Научно-практически биотехнологичен институт по зоотехника и ветеринарна медицина  
6525, Максимовка, Новоаненски район, Република Молдова

## Risks of Contamination of Broiler Meat with *Salmonella* spp.

Juncu Olga, Starciuc Nicolae\*, Petcu Igor

Scientific and Practical Institute of Biotechnologies in Zootechny and Veterinary Medicine,  
v. Maximovca, Anenii Noi district, Republic of Moldova  
\*E-mail: n.starciuc@uasm.md

Original scientific paper

### РЕЗЮМЕ

Целта на изследването е да се проследи епидемиологичната ситуация при разпространение на бактерии от род *Salmonella* spp. във ферми за бройлери, както и в кланичния труп на пилета бройлери. Изследването е проведено по проект 20.8009.5107.12 „Укрепване на веригата „храна-животновъдство“ чрез използване на нови фуражни ресурси и иновативни методи и схеми за хигиенизиране“. Въз основа на бактериологичните резултати е установено, че показателите за бактериалния състав и патогенна микрофлора на бройлерите са представени от бактерии от следните родове: *Salmonella* - 6%, *E.coli* (колиформни бактерии) - 37%, *Mycoplasma* - 11%, *Streptococcus* - 22%, *Staphylococcus* - 15%, *Proteus* - 6%, *Fungals* -3%. Броят

### SUMMARY

The aim of the proposed research was to monitor the epidemiological situation of the incidence of bacteria of the genus *Salmonella* spp. in some broiler farms, as well as in the carcasses of broiler chickens. The research was carried out under the project 20.8009.5107.12 "Strengthening the "food-animal-production" chain by using new feed resources, and innovative sanitation methods and schemes". Based on the bacteriological results it was established that the parameters of the bacterial composition of the conditionally pathogenic and pathogenic microflora in broiler units are represented by bacteria of the following genera: *Salmonella* - 6%, *E.coli* (coliform bacteria) - 37%, *Mycoplasma* - 11%, *Streptococcus* - 22%, *Staphylococcus* -15%, *Proteus* - 6%, *Fungals* -3%. The number of

на потвърдените проби със *Salmonella pullorum gallinarum* е 8.6% от общия брой изследвани проби. При microbiологични изследвания на труповете на домашни птици, процентът на пробите, заразени с патогенни серотипи на *Salmonella* spp. е колеблив в зависимост от броя на изследваните проби от 4% до 8%. Получените резултати потвърждават, че птичите продукти остават изложени на риск от заразяване с патогенни серотипи на *Salmonella* spp. с възможност в последствие да се предаде на хората.

**Ключови думи:** *Salmonella* spp., пилета бройлери, кланични труповете, патогенни серотипи

## УВОД

Инфекции, причинени от *Salmonella* spp. са често срещани при птиците, както и при много видове бозайници, тъй като патогените (*salmonella*) са постоянно и много широко разпространени в природата. Всички серотипи на салмонела са паразитни по животни и хора. По този начин микробите са изолирани от насекоми, влечуги, птици, бозайници и хора, както и от различни елементи на околната среда (почва, повърхностни води, храна, фураж и др.). Много от тези серотипи са изолирани от храни и фуражи, от природата или от чревното съдържание на животни, птици и хора, без да участват в болестни, клинично и имунологично изразени процеси (Chlebicz and Slizewska, 2018; Wafaa, 2020).

Въпреки задълбочените изследвания на бактерии *Salmonella* spp., не е известно какви са причините при *Salmonella typhimurium* или *Salmonella gallinarum-pullorum*, които правят единия серотип естествено патогенен само за хора, а другия само за птици, или защо някои видове *Salmonella* имат широк спектър на патогенност, като *Salmonella*

confirmed samples with *Salmonella pullorum gallinarum* constituted 8.6% from the total number of examined samples. In the case of microbiological examinations of poultry carcasses the percentage of samples contaminated with pathogenic serotypes of *Salmonella* spp. varied according to the number of examined samples from 4% to 8%. The obtained results confirm that poultry products remain at risk of being contaminated with pathogenic serotypes of *Salmonella* spp. with the potential to subsequently be transmitted to humans.

**Key words:** *Salmonella* spp., broiler chickens, carcasses, pathogenic serotypes

## INTRODUCTION

Infections caused by *Salmonella* spp. are common in birds as well as in many species of mammals, because the pathogens (*salmonella*) are constantly and very widespread in nature. All salmonella serotypes are parasitic on animals and humans.

Thus, the germs were isolated from insects, reptiles, birds, mammals and humans, as well as from various elements of the environment (soil, surface water, food, feed, etc.). Many of these serotypes are isolated from food and feed, from nature or from the intestinal contents of animals, birds and humans, without being involved in morbid, clinically and immunologically expressed processes (Chlebicz and Slizewska, 2018; Wafaa, 2020).

Despite extensive research on *Salmonella* spp. bacteria, it is not known what factors *Salmonella typhimurium* or *Salmonella gallinarum-pullorum* possess, which make one serotype is naturally pathogenic to humans only and the other to birds only, or why some species of *Salmonella* have a broad spectrum of pathogenicity, such as *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, and

*typhimurium*, *Salmonella enteritidis* и други, при тесен спектър от видове птици. Както домашните, така и дивите птици могат да бъдат носители или да неутрализират салмонела и могат да проявяват клинични инфекции с различна тежест, но като цяло тежки и често завършващи със смърт, като в същото време повечето случаи са в основата на хранително отравяне при хора (Amelie et al., 2017; De Lima et al., 2018; Gulay et al., 2015; Shrestha et al., 2017).

Резултатите от няколко изследвания върху разпространението на бактерии от род *Salmonella* spp. обяснява, че повече от 1/3 от инфекциите със салмонела при хора се причиняват от консумация на месо и птици яйца, поради което проблемът със салмонелните инфекции при птици се е променил през последните десетилетия от предимно икономически в проблем на общественото здраве. При салмонелоза на птиците, инфекции причинени от подвижна салмонела, обща за всички животински видове, и такива причинени от неподвижна салмонела, която е характерна за пилетата, могат да бъдат разграничени от заболявания като кореман тиф и причинени от подвижна салмонела, които също се описват като „салмонелоза“ или „паратиф“, но те присъстват и при други видове (кокошки, пуйки, патици, гълъби и др.) (Dan et al., 2015; Fox et al., 2015; Yin et al., 2021).

Много от серотипите *Salmonella* spp., първоначално са били изолирани от птици, фуражи и т.н., за които няма данни за патогенност, или по-късно е доказано, че са токсични за хората. Връзката между тялото и микробите често е много сложна. Понякога се проявяват само при състояния на чревен епифитизъм, при който салмонелата не преминава стомашно-чревната бариера. В други случаи има

others, a narrow spectrum of bird species.

Both domestic and wild birds can be carriers and eliminators of salmonella and can exhibit clinical infections of varying severity, but generally severe and often end with death, being at the same time most cases at the origin of food poisoning in humans [Amelie et al., 2017; De Lima et al., 2018; Gulay et al., 2015; Shrestha et al., 2017).

The results of several studies on the spread of bacteria of the genus *Salmonella* spp. explains that more than 1/3 of human salmonella infections are caused by the consumption of meat and poultry eggs, which is why the problem of salmonella infections in birds has changed in recent decades from a predominantly economic in one of public health.

In avian salmonellosis, infections caused by mobile salmonella, common to all animal species, and infections caused by immobile salmonella, which is characteristic of chickens, can be distinguished from diseases such as typhoid and produced by mobile salmonella which are also described as “salmonellosis” or “paratyphoid”, with the addition of affected species (chickens, turkeys, ducks, pigeons, etc.). (Dan et al., 2015; Fox et al., 2015; Yin et al., 2021).

Many of the *Salmonella* spp. serotypes were initially isolated from birds, feed, etc., for which there is no history of pathogenicity, or later proved to be toxic to humans. The relationship between the body and the germs is often very complex.

They are sometimes manifested only by conditions of intestinal epiphytism, in which salmonella does not cross the gastrointestinal barrier. At other times, there is a limited penetration of

ограничено проникване на салмонела, изразено чрез локализация в мезентериалните лимфни възли и др., без да е придружено от болестни прояви или задействане на имунната система. По-често, под действие на стресови фактори, тези състояния на динамично равновесие могат да се превърнат в инфекциозни процеси, понякога особено тежки, със септицемична проява и смърт на птици или на определени хора. Може да се каже, че всички видове *Salmonella* spp., независимо от произхода си, имат патогенно въздействие, чийто израз зависи от естеството на връзката между тялото и микробите, както при птиците, така и при хората (Hinton et al., 2007; Amelie et al., 2017; Mbata, 2017; Oscar, 2021).

При птиците са установени две заболявания, причинени от бактерии от род *Salmonella* spp. Тиф и пулоразата (тифус по птиците, причинена от бактерия *Salmonella pullorum-gallinarum*, с преобладаващо значение за птицевъдството), са открити при пилета и пуйки, и паратиф по птиците (причинена от различни серотипи на бактерии от род *Salmonella* spp.). Тези болести представляват проблем за здравето на пилета и други видове домашни птици, които често причиняват хранително отравяне при хората в резултат на консумацията на птичи продукти, заразени със *Salmonella* spp. (Fox et al., 2015; Mezali et al., 2019; Mouttotou et al., 2017). (Fox et al., 2015; Mezali et al., 2019; Mouttotou et al., 2017).

И двете болести могат да се предават хоризонтално (на всички съжителстващи птици) и вертикално (от едно поколение на следващо, чрез яйца за люпене от заразени птици), мерките при наблюдение, контрол и профилактика включват установяване на наличието на птици (и други вирусноносителни), заразени със салмонела.

salmonella expressed by localization in the mesenteric lymph nodes, etc., without being accompanied by morbid manifestations or immunological activations.

More often under the action of stressors, these states of dynamic equilibrium can turn into infectious processes, sometimes particularly serious, with septicemic evolution and the death of birds or the death of some people. It can be stated that all types of *Salmonella* spp., regardless of their origin, have a pathogenic capacity whose expression is dependent on the nature of the relationship between the body of birds or humans and germs (Hinton et al., 2007; Amelie et al., 2017; Mbata, 2017; Oscar, 2021)).

In birds, two diseases caused by bacteria of the genus *Salmonella* spp. *Salmonella* spp. Typhopulosis (Avian typhosis, caused by the bacterium *Salmonella pullorum-gallinarum*, with predominant importance for the poultry sector), found in chickens and turkeys and avian paratyphosis (caused by various serotypes of bacteria of the genus *Salmonella* spp.).

This entity being in present a public health problem in chickens and other species of domestic birds, which frequently cause food poisoning in humans as a result of the consumption of poultry products contaminated with *Salmonella* spp. (Fox et al., 2015; Mezali et al., 2019; Mouttotou et al., 2017).

A both diseases can be transmitted horizontally (to all cohabiting birds) and vertically (from one generation to the next, through hatching eggs from infected birds), surveillance, control and prophylaxis measures include measures to establish the presence of birds (other vectors) contaminated with salmonella.

Мерките за наблюдение и контрол се извършват от ветеринарен персонал и включват клинично наблюдение на стада от домашни птици, вземане на проби и серологично изследване на стада от птици, произвеждащи яйца за люпене, аутопсия и лабораторни изследвания на птици, произвеждащи яйца за консумация, както и на стада от бройлери (Moura et al., 2016; De Lima et al., 2018).

Като се има предвид нарастващата роля на домашните птици и техните продукти (месо и яйца) в появата на салмонелоза при птици, както и хранителни отравяния при хора, целта на настоящето изследване е да се проследи разпространението (честотата) на инфекциите, причинени от бактерии от род *Salmonella* spp. както и наличието на серотипи на *Salmonella* spp. в бройлери и кланичните им трупове (Andiara et al., 2018; Fox et al., 2015; Mbata, 2017).

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Научните изследвания са проведени в птицевъдни предприятия от републиката, специализирани в отглеждане на пилета бройлери. Бактериологичните изследвания са извършени в Катедрата по безопасност на храните и общественото здраве на Факултет по ветеринарна медицина към Държавен аграрен университет на Молдова, Лаборатория по методи за борба и профилактика на заболяванията от Научно-практически биотехнологичен институт по зоотехника и ветеринарна медицина, чрез използване на обогатители, селективни и диференциални хранителни среди, както и класически методи за изолиране и откриване на бактерии. Серотипирането на патогенни *Salmonella* spp. е извършено в Републиканския център по ветеринарна диагностика.

Surveillance and control measures are carried out by veterinary staff consist on clinical monitoring of poultry flocks, sampling and serological examination of flocks of birds producing eggs for hatching, necropsy and laboratory examination of birds producing eggs for consumption as well as broiler flocks (Moura et al., 2016; De Lima et al., 2018).

Given the growing role of poultry and their products (meat and eggs) in the occurrence of salmonellosis in birds as well as human food poisoning, the aim of our research was to monitor the prevalence (frequency) of infections caused by bacteria of the genus *Salmonella* spp. as well as the presence of *Salmonella* spp. serotypes in broiler poultry units and broiler carcasses (Andiara et al., 2018; Fox et al., 2015; Mbata, 2017).

## MATERIAL AND METHODS

The scientific research was carried out within poultry units from the republic specialized in raising broiler chickens.

Bacteriological investigations were performed at the Department of Food Safety and Public Health of the Faculty of Veterinary Medicine of the State Agrarian University of Moldova, the Laboratory of Methods in Combating and Prevention of Diseases from the Scientific and Practical Institute of Biotechnologies in Zootechny and Veterinary Medicine, using enrichment, selective and differential nutrient media, as well as classical methods of isolation and identification of bacteria.

The serotyping of pathogenic *Salmonella* spp. was performed at the Republican Center for Veterinary Diagnosis.

The study was conducted during the

Проучването е проведено в периода 2017-2021. Обектът на изследване е насочен към наблюдение на бактериалния статус при пилета бройлери и разпространение на патогенни серотипи на *Salmonella* spp. при пилета бройлери и в кланични трупове на бройлери.

years 2017-2021. The object of the study was focused on monitoring of the bacterial status in broiler chickens and the prevalence of pathogenic serotypes of *Salmonella* spp. in broiler chickens and in broiler carcasses.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

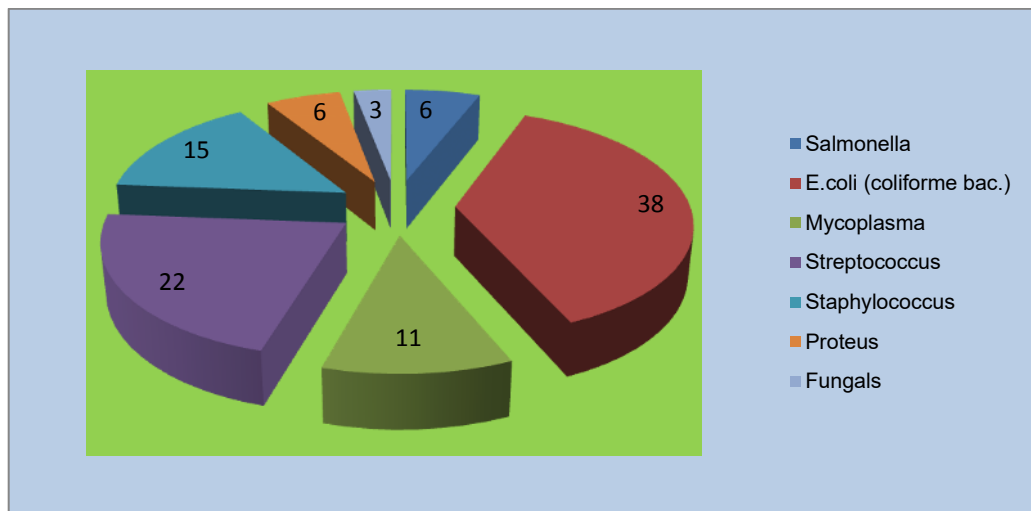
Резултатите от проучването относно епидемиологичната ситуация на салмонелозата в птицевъдните ферми през последните 5 години (2017-2021) потвърждават, че въпреки мерките за наблюдение и биосигурност, предприети в птицевъдните ферми, салмонелозата остава важна при подобряване на наблюдението и контролните мерки за намаляване на наличието на патогенни щамове на *Salmonella* spp.

Данни за случаите на салмонелоза и други микробни патогени в птицевъдните ферми са показани на Фигура 1.

## RESULTS AND DISCUSSION

The results of the study regarding of the epidemiological situation of salmonellosis in poultry units during the last 5 years (2017-2021) confirm that despite the surveillance and biosecurity measures undertaken in poultry units, salmonellosis remains relevant to improve monitoring and control measures to minimize the presence of pathogenic strains of *Salmonella* spp. in poultry units from the republic.

Some data on the incidence of salmonellosis and other microbial pathogens in poultry units are shown in the Figure 1.



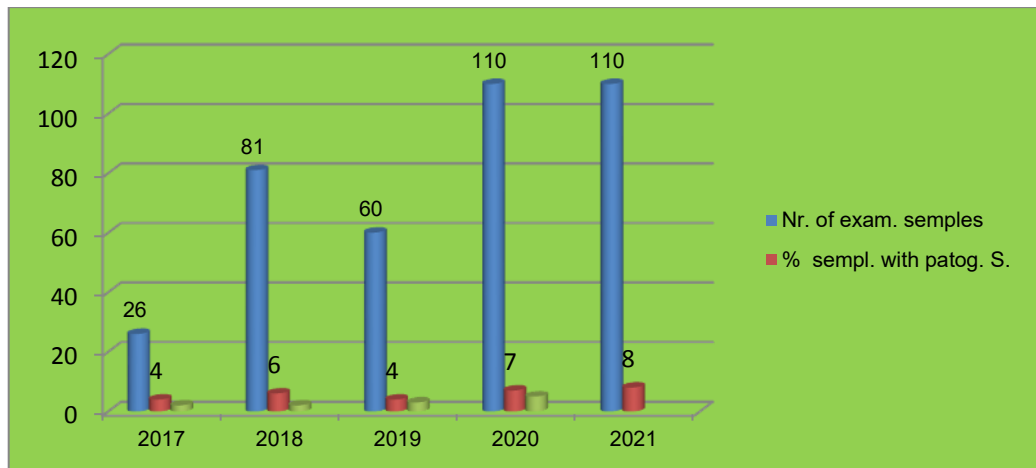
Фиг. 1. Състав на бактериалната флора в стада от бройлери, %  
Fig.1. The composition of the bacterial flora in broiler flocks, %

Въз основа на резултатите от епидемиологичното и бактериологичното изследване е установено, че бактериалния състав на патогенната микрофлора във фермите с бройлери включва бактерии от следните родове: *Salmonella* - 6%, *E.coli* (колиформни бактерии) - 38%, *Mycoplasma* - 11%, *Streptococcus* - 22%, *Staphylococcus* -15%, *Proteus* - 6%, *Fungals* -3%. При серотипиране на бактерии от род *Salmonella* spp. се установи, че от 254 изследвани проби при 22 е потвърдено наличие на *Salmonella pullorum gallinarum*, което представлява 8.6% от общия брой изследвани проби.

През посочения период (2017-2021 г.) от обектите, продаващи птичи продукти, са взети и изследвани 387 проби от трупове на домашни птици. Данните от проучването на честотата на патогенни серотипи на *Salmonella* spp. са представени на Фигура 2.

Based on the results of the epidemiological and bacteriological study, it was found that the parameters of the bacterial composition of the conditionally pathogenic and pathogenic microflora in broiler units are represented by bacteria of the following genera: *Salmonella* - 6%, *E.coli* (coliform bacteria) - 38%, *Mycoplasma* - 11%, *Streptococcus* - 22%, *Staphylococcus* -15%, *Proteus* - 6%, *Fungals* -3%. Serotyping of bacteria of the genera *Salmonella* spp. established that from 254 examined samples 22 samples were confirmed with *Salmonella pullorum gallinarum*, which represents 8.6% from the total number of examined samples.

During the mentioned period (2017-2021), from the units that sell poultry products, were taken and examined 387 samples of poultry carcasses. The study on the incidence of pathogenic serotypes of *Salmonella* spp. are presented in Figure 2.



**Фиг. 2** Разпространение на патогенни серотипи на *Salmonella* spp., изолирани от трупове на домашни птици  
**Fig. 2.** Incidence of pathogenic serotypes of *Salmonella* spp. isolated from poultry carcasses

Според резултатите, посочени на Фигура 2, през 2017 г. от 26 изследвани проби от трупове на

According to the results indicated in Figure 2, in 2017, from 26 examined samples of the broiler carcasses, 4%

бройлери, в 4% са потвърдени с патогенни серотипи на *Salmonella* spp.; през 2018 г. от 81 изследвани проби, в 6% са изолирани с патогенни серотипи на *Salmonella* spp.; през 2019 г. са установени патогенни серотипи в 4% от 60 изследвани проби, а през 2020 и 2021 г. са изолирани съответно 7% и 8% от 110 изследвани проби с патогенни серотипи на *Salmonella* spp. Преобладаващите серотипи са: *S. Typhimurium*, *S. enteritidis*, и *S. Infantens*.

## ИЗВОДИ

1. Епидемиологичните изследвания на разпространението на салмонелоза в птицеферми ферми за бройлери показваха, че винаги има връзка между бактериалната флора с наличието на някои патогенни серотипи на бактерии от род *Salmonella* spp., което показва постоянното присъствие на потенциални вирусеносители, които пренасят както по хоризонтален, така и по вертикален път, както и значението на постоянното епидемиологично наблюдение във фермите за бройлери.

2. Бактериологичните резултати потвърждават, че в допълнение към ветеринарните мерки, предприети за предотвратяване на заразяване на птичи продукти с патогенни серотипи на *Salmonella* spp. съществува риск от последващо предаване към хората.

3. Представените резултати показват, че наред с профилактичните мерки трябва да се обърне специално внимание на наблюдението на циркулацията на патогенни серотипи на *Salmonella* spp. по време на технологичния процес на отглеждане на пилета и в етапите, като събиране, съхранение, транспорт и продажба на птичи продукти.

were confirmed with pathogenic *Salmonella* spp. serotypes; in 2018, from 81 examined samples, 6% of them were isolated with pathogenic *Salmonella* spp. serotypes; in 2019, pathogenic serotypes were identified in 4% from 60 examined samples, and in 2020 and 2021, 7% and 8% from 110 examined samples were isolated with pathogenic serotypes of *Salmonella* spp. respectively. The predominant serotypes were: *S. Typhimurium*, *S. enteritidis*, and *S. Infantens*.

## CONCLUSIONS

1. The epidemiological investigations of avian salmonellosis spreading in broiler chickens farms has shown that there is always an association of bacterial flora, with presence of some pathogenic serotypes of bacteria of the genus *Salmonella* spp., which demonstrates the permanent presence of potential vectors of their transmission by both horizontal and vertical methods, as well as the importance of performing permanent epidemiological monitoring in broiler farms.

2. Bacteriological results confirm that in addition to the veterinary measures taken to prevent the contamination of poultry products with pathogenic serotypes of *Salmonella* spp. there is a risk with the potential to subsequently transmission them to humans.

3. The presented results show that at the same time as the taking prophylaxis measures, special attention must be paid to the activities of monitoring the circulation of pathogenic serotypes of *Salmonella* spp. during the technological process of raising chickens and in the segments such as the process of collection, storage, transport and sale of poultry products.



## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Amelie, Rouger, Odile, Tresse, Monique and Zagorec**, 2017. Bacterial Contaminants of Poultry Meat. Sources, Species, and Dynamics. *J. Microorganisms*, 5(3), p. 50.
2. **Andiara, G. T., N. S. Beatriz, R. Vânia, C. Vasco and G. B. Ursula**, 2018. Prevalence of Pathogens in Poultry Meat. *J. Foods*. 7 (5): p.69.
3. **Chlebicz, A. and K. Śliżewska**, 2018. Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. Apr 26; 15 (5):863. doi: 10.3390/ijerph15050863.PMID: 29701663.
4. **Dan, S., A. Tabaran, A., Mihaiu and L. M. Mihaiu**, 2015. Antibiotic susceptibility and prevalence of foodborne pathogens in poultry meat in Romania. *J. Infect. Dev. Coun.* 9, p.035–041.
5. **De Lima, M., L. Isolan, C. Hessel, J. Pessoa and E. Tondo**, 2018. Prevalence of Salmonella spp. In poultry carcasses samples collected in slaughterhouses of Southern Brazil from 2006 to 2015. *J Infect Dev Ctries*. Nov 30;12(11):1034-1038. doi: 10.3855/jidc.10290.PMID: 32012135.
6. **Durul, B., S. Acar, E. Bulut, E. O. Kyere and Y. Soyer**, 2015. Subtyping of Salmonella Food Isolates Suggests the Geographic Clustering of Serotype Telaviv. *Foodborne Pathog. Dis.*, 12, p. 958–965.
7. **Fox, E. M., P. G. Wall and S. Fanning**, 2015. Control of Listeria species food safety at a poultry food production facility. *Food Microbiology*. 51, p.81–86.
8. **Government Decision** no. 398 of 11.06.2012 (MD) for the approval of some sanitary-veterinary norms regarding of the control and reduction of the prevalence of salmonella in the livestock.(Md)
9. **Gulay F., A. Ahmet and G. Erman**, 2015. Chicken Carcasses Bacterial Concentration at Poultry Slaughtering Facilities. *Asian Journal of Biological Sciences*, 8, p.16-29.
10. **Hinton, A., Jr. J. K. Northcutt, D. P. Smith, M. T. Musgrove, K. D. Ingram**, 2007. Spoilage Microflora of Broiler Carcasses Washed With Electrolyzed Oxidizing Or Chlorinated Water Using An Inside-Outside Bird Washer. *Poultry Science*, Vol. 86, p.123–127.
11. **Mbata, T. I.**, 2017. Poultry meat pathogens and its Control. *Int. J. Food Saf.* 7, p.20–28.
12. **Mezali, L., F. Mebkhout, S. Nouichi, S. Boudjellaba and T. Hamdi**, 2019. Serotype diversity and slaughterhouse-level risk factors related to Salmonella contamination on poultry carcasses in Algiers. *J Infect Dev Ctries*. May 31;13(5):384-393. doi: 10.3855/jidc.10450.PMID: 32053507.
13. **Moura, G., C. Sigarini and E. Figueiredo**, 2016. Listeria monocytogenes in Chicken Meat. *J. Food Nutr. Res.* 4, p.436–441.
14. **Mouttotou, N., S. Ahmad, Z. Kamran and K. Koutoulis**, 2017. Prevalence, Risks and Antibiotic Resistance of Salmonella in Poultry Production Chain. In:Tech; Rijeka, Croatia. p. 215–234.
15. **Oscar, T.**, 2021. Salmonella Prevalence Alone Is Not a Good Indicator of Poultry Food Safety. *Risk Anal.* 2021 Jan;41(1):110-130. doi: 10.1111/risa.13563. Epub 2020 Jul 20.PMID: 32691435
16. **Shrestha, A., A. M. Bajracharya, H. Subedi, R. S. Turha, S. Kafle, S. Sharma, S., Neupane and D. K. Chaudhary**, 2017. Multi-drug resistance and extended spectrum beta lactamase producing Gram negative bacteria from chicken meat in

Bharatpur Metropolitan, Nepal. BMC Res. Notes. 10 (1), p. 574

**17. Wafaa A Abd El-Ghany.,** 2020. Salmonellosis: A food borne zoonotic and public health disease in Egypt. J Infect Dev Ctries. Jul 31;14 (7):674-678. doi: 10.3855/jidc.12739. PMID: 32794452

**18. Yin, X, N. M'ikanatha, E. Nyirabahizi, P. McDermott and H. Tate,** 2021. Antimicrobial resistance in non-Typhoidal Salmonella from retail poultry meat by antibiotic usage-related production claims – United States, 2008-2017. Int J Food Microbiol. Mar 16;342:109044. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109044. Epub 2021 Jan 5. PMID: 33529874.