

Évaluation de la contamination bactérienne superficielle des carcasses bovines dans un abattoir algérien

Hammoudi AbdelHamid¹, BousmahaFatma¹, Bouzid Riad², Aggad Hebib^{1*}, Saegerman Claude³

¹ Laboratoire Hygiène et Pathologie Animale, Institut des Sciences Vétérinaires, Université Ibn Khaldoun de Tiaret, B.P.72. Tiaret, 14000, Algérie. Tel. : +231790633546 – Fax : +213464250011

² Ecole Nationale supérieure Vétérinaire. Alger, Algérie

³ Unité de recherche en Épidémiologie et Analyse de risques appliquées aux sciences vétérinaires (UREAR-ULg), Département des Maladies Infectieuses et Parasitaires, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, B42, B-4000 Liège, Belgique.

Auteur correspondant email : h_aggad@yahoo.com

Mots clés : carcasse, bovin, surface, bactéries, abattoir.

Keywords: Carcass, cattle, surface, bacteria, slaughterhouse.

1 RESUME

L'abattoir peut constituer une source importante d'informations pour la détection et l'identification des maladies animales (émergentes) surtout dans les pays en voie de développement où l'enregistrement systématique des données sanitaires (bases de données) est encore rudimentaire. Pour pallier à cela, les autorités nationales adoptent des programmes de sécurité des aliments basés essentiellement sur des informations obtenues lors d'enquêtes et d'études isolées. En Algérie, les quelques travaux accessibles, ont révélé des contaminations bactériennes importantes des carcasses au niveau de l'abattoir et mis en exergue la nécessité d'améliorer les procédures d'abattage. Dans l'Ouest algérien (Tiaret), une étude pilote a été conduite pour évaluer la qualité bactériologique superficielle des carcasses bovines dans un abattoir traditionnel (N = 38). La méthode de prélèvement, non invasive, ciblait quatre zones distinctes des carcasses (épaule, poitrine, flanc et cuisse) où, au niveau de chacune, un carré de 20 cm de côté a été écouvillonné (1600 cm² par ½ carcasse). La flore bactérienne totale, les coliformes, les staphylocoques, les entérocoques, les salmonelles et les clostridies sulfito-réductrices ont été dénombrés ou recherchés. La plupart des germes ont été retrouvés en taux élevés. La région la plus contaminée a été celle de l'épaule : flore bactérienne totale (3,31 log ufc/cm²), coliformes totaux (2,13 log ufc/cm²), entérocoques (1,3 log ufc/cm²) et staphylocoques (2,22 log ufc/cm²). Les prévalences pour les salmonelles et les clostridies étaient de, respectivement, 21 % et de 60,5 %. Sachant l'importance que revêt la viande dans l'apparition des toxi-infections alimentaires collectives, des mesures doivent être prises pour améliorer l'hygiène au niveau des abattoirs nationaux en Algérie.



Evaluation of superficial bacterial contamination in bovine carcasses at an Algerian slaughterhouse

ABSTRACT

The slaughterhouse may be a valuable source of data for the detection and the identification of (emerging) diseases especially in developing countries where systematic surveillance systems of data from the herds are lacking. To overcome this fact, the authorities of Algeria have set up plans and programs of food safety based on data collected during isolated surveys. In Algeria, some field work led to the conclusion that carcasses are heavily contaminated at the slaughterhouse level, which necessitate the urge for improve the slaughter practices. In Tiaret (located in the west area of Algeria), a study was performed in order to assess the bacterial superficial contamination of bovine carcasses in a traditional slaughterhouse ($N = 38$). The sampling method, non-invasive, targeted four distinct areas of carcasses (shoulder, chest, flank and thigh), where at each, a square of 20 cm side was swabbed (1600 cm² per half carcass). Total viable counts, total and faecal coliforms, Staphylcocci, *Enterococcus*, *Salmonella* and *Clostridia* were detected. Except for faecal coliforms (1.82 colonies forming units [cfu]/ cm²), the other parameters were encountered at a high levels. The highest contamination rate was observed for the neck area with the following results: total viable counts (3.31 log cfu/cm²), total coliforms (2.13 log cfu/cm²), *Enterococcus* (1.3 log cfu/cm²) and *Staphylococci* (2.21 log cfu/cm²). The prevalence for *Salmonella* and *Clostridia* were 21 and 60.5 % respectively ($P < 0.001$). Knowing the importance of meat in the development of food-borne infections, measures must be taken to improve sanitation in national abattoirs in Algeria.

2 INTRODUCTION

Un suivi strict des bonnes pratiques d'hygiène d'abattage est essentiel dans la prévention de la contamination microbienne des carcasses avec comme corollaire la protection de la santé du consommateur et la préservation de la qualité des viandes. En vue d'estimer les risques et d'adapter les mesures d'hygiène à prendre, toute analyse du processus d'abattage devrait être complétée par une analyse microbiologique des carcasses. L'abattage est considéré comme une étape où les plus grandes opportunités de contamination existent. Ainsi, il a été estimé que 80 à 90% de la microflore des viandes parvenant aux consommateurs résulte de contaminations survenant à l'abattoir (Jouve, 1990). Si la qualité des carcasses est classiquement appréciée par un

jugement visuel, il n'en demeure pas moins que les contaminations microbiennes ne seront détectables que par des tests de laboratoire (Labie, 1993). Le but de cette étude est d'apprécier la qualité hygiénique des carcasses bovines dans un abattoir algérien (à Tiaret) pendant la saison froide (décembre à mars). En utilisant une méthodologie standardisée, non invasive, la recherche oule dénombrement de bactéries indicatrices de contamination fécale ou de défauts d'hygiène et de certains germes pathogènes, comme les salmonelles et les staphylocoques, a été réalisé (Ware et al., 1999). Les résultats obtenus ont ensuite été comparés aux données de la littérature scientifique des pays voisins.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Procédure d'abattage : L'étude a été réalisée en 2008 à l'abattoir communal de Tiaret (Algérie). Il s'agit d'une structure de grande capacité qui exportait des viandes durant les années 1950 mais où actuellement, seulement 12 à 15 bovins sont abattus

par semaine. Depuis, le système n'a pas changé. Il se compose de deux aires de repos sans séparation physique : la plus petite est destinée aux bovins et la seconde aux petits ruminants. L'attente des animaux avant abattage peut s'étaler de quelques minutes à une



nuits mais sans abreuvement. Une grande salle est destinée à l'abattage et à l'éviscération des bovins, des ovins et des caprins. Comme dans la plupart des abattoirs en Algérie, la saignée et le dépouillement se font sur le sol, l'animal est ensuite suspendu pour retirer complètement le reste des viscères. La fente de la carcasse en deux moitiés constitue la dernière étape. Il faut également signaler que les carcasses ne subissent pas de douchage après abattage. La capacité totale d'abattage est d'une centaine de bovins par jour, cependant un faible nombre d'animaux est dirigé vers l'abattoir au niveau duquel l'abattage se fait rituellement (saignée de l'animal vivant sans étourdissement). Le ressuyage des carcasses est pratiqué à température ambiante, pouvant dépasser les 40°C en été, alors que les chambres froides demeurent hors d'usage depuis plusieurs années.

3.2 Prélèvements réalisés : Des carcasses de bovins provenant de différents élevages ont été échantillonnées aléatoirement dans l'abattoir communal de Tiaret (n = 38). Les échantillons ont été prélevés dans un intervalle de deux heures après l'abattage de l'animal. Les prélèvements ont été réalisés grâce à un écouvillon stérile humidifié au préalable par une solution de tryptone-sel-eau (TSE) et appliqué (Institut Pasteur, Algérie), de façon verticale puis horizontale, sur quatre régions de la demi-carcasse (la cuisse, le flanc, la poitrine et l'épaule). Au niveau de chacune des régions, une zone carrée de 20 cm de côté a été écouvillonnée (1600 cm² par ½ carcasse). Ensuite, un second prélèvement par écouvillon stérile sec a été réalisé de la même manière sur les mêmes régions de la demi carcasse (Zweifel, 2005; Chahed *et al.*, 2006).

3.3 Analyses bactériologiques : Les 2 écouvillons d'une même zone ont été mis dans une solution de 20 ml de TSE et homogénéisés pendant 2 minutes de façon rigoureuse pour en décoller les microorganismes (Guiraud, 1998; Maury M., 1987).

3.3.1 La flore aérobie mésophile totale (FAMT) indique le degré de contamination bactérienne globale des viandes. Des dilutions décimales (10⁻¹ à 10⁻⁵) ont été effectuées en TSE (Institut Pasteur, Algérie). Une boîte de Pétri a été inoculée avec un millilitre de chaque dilution et de la gélose Plate Count Agar (PCA) (Institut Pasteur, Algérie). Après 72 heures d'incubation, toutes les colonies sont dénombrées et les résultats exprimés en unités formant colonies par cm² (ufc/cm²).

3.3.2 Les coliformes totaux et fécaux renseignent sur les conditions d'hygiène de l'abattoir et sur une possible contamination fécale lors des opérations

d'abattage. Lagélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL, Difco, Detroit, Michigan) a été utilisée. Après incubation 24 heures à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux, les colonies violettes, d'au moins 0,5 mm de diamètre ont été dénombrées sur des boîtes contenant entre 15 et 150 colonies (Guiraud, 1998).

3.3.3 Pour la recherche et le dénombrement des entérocoques, undénombrement présomptif avec des dilutions décimales jusqu'à 10⁻⁵ a été effectué sur milieu de Rothe (Institut Pasteur, Algérie) à 37°C pendant 48 heures. Une colonie suspecte par boîte positive a été ensemencée en bouillon Eva Litsky (Institut Pasteur, Algérie) utilisé pour confirmation après incubation à 37°C pendant 24 h et 48 h (Maury M., 1987). La présence d'Entérocoques se traduit par un trouble et la formation d'une pastille violette au fond du tube.

3.3.4 Pour la recherche et le dénombrement des Staphylocoques coagulase positifs après avoir fondu 100 ml de gélose Baird-Parker (Difco, Detroit, Michigan) et l'avoir refroidi à 45°C, 5 ml d'une solution de jaune d'œuf sont ajoutés à 1 ml de tellurite de potassium à 1 % (Maury M., 1987). Après étalement de l'inoculum (0,1 ml de la solution mère), l'incubation a été réalisée à 37°C pendant 24 à 36 heures. La recherche de propriétés liées à la pathogénicité a été réalisée par un examen microscopique (cocci Gram +, groupés sous la forme de grappes), épreuve de la catalase (catalase +) et recherche de l'ADNase (Réaction positive : zone transparente autour de la culture, le reste de la boîte étant opaque).

3.3.5 Pour la recherche des spores de clostridies sulfito-réductrices, à partir de chacune des dilutions, 5 ml ont été prélevés aseptiquement et placés dans un tube stérile. La sélection des formes sporulées a été réalisée par chauffage 10 minutes à 80°C pour détruire les formes végétatives (Guiraud et Rose, 2004). Ensuite 0,5 ml d'une solution à 5 % de sulfitede sodium et 2 à 3 gouttes de solution de citrate de fer à 5 % ont été ajoutées. Après agitation, les tubes ont été refroidis à température ambiante et 7 ml de gélose viande foie (VF) (Institut Pasteur, Algérie) en surfusion ont été ajoutés pour assurer l'anaérobiose. L'incubation a été réalisée à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les grosses colonies noires, produisant des sulfures à partir désulfites qui ont précipité avec les ions de fer, sont considérées comme étant des clostridies sulfito-réductrices (Joffin et Joffin, 1999).

3.3.6 Pour les salmonelles, unpré-enrichissement a été effectué en ajoutant 1 ml de la solution mère à 9

ml d'eau peptonée et tamponnée et en incubant 24 heures à 37°C. Un enrichissement a été réalisé sur bouillon Rappaport Vassiliadis (BD Diagnostic Systems, France) (1ml incubé 24 heures à 42°C et 10 ml incubés 24 heures à 37°C). L'isolement est réalisé sur gélose Hektoen (BD Diagnostic Systems, France) et sur gélose Salmonella-Shigella (BD Diagnostic Systems, France) incubées à 37°C pendant 24 heures. Les colonies caractéristiques ont fait l'objet d'une identification morphologique et biochimique y compris par galerie API 20E (BioMérieux, France).

3.4 Analyses statistiques : Du fait d'une variabilité extra-binomiale, les dénominations

bactériennes en fonction des types de bactéries identifiées et des quatre régions anatomiques considérées ont été comparés en utilisant une régression binomiale négative (Dagnelie, 1998, Statacorp, 2007). Les groupes pris en référence arbitrairement étaient respectivement les coliformes fécaux (types de bactéries) et la cuisse (régions anatomiques). La présence de salmonelles et de clostridies a été analysée en fonction des types de bactéries et des quatre régions anatomiques considérées en utilisant une régression logistique. Pour tous les tests statistiques, un seuil de signification de 5 % a été retenu.

4 - RESULTATS ET DISCUSSION

Une grande variabilité en teneur bactérienne est observée (grands écart-types). Les anaérobies et les salmonelles affectent un nombre élevé de carasses (60,5 % et 21 % respectivement) (**Tableau 1**). La répartition des germes par région anatomique indique que la région de l'épaule apparaît relativement plus contaminée (régression binomiale négative ; $P =$

0,04). Les degrés de contamination sont significativement différents en fonction des germes identifiés (régression binomiale négative ; $P < 0,001$). La présence de clostridies est significativement plus élevée que la présence de salmonelles (régression logistique ; $P < 0,001$) (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Flore bactérienne par région anatomique (log ufc/cm²)

Type bactérien	Paramètre	Région anatomique			Carcasse*
		Cuisse	Épaule	Flanc	
Flore aérobie mésophile totale	Nt	38	38	38	38
	Moyenne	3,14	3,31	3,05	3,17
	E.T.	3,13	3,25	3,03	3,15
Coliformes totaux	Nt	35	37	36	32
	Moyenne	2,11	2,13	2,11	2,12
	E.T.	2,11	2,12	2,08	2,12
Coliformes fécaux	Nt	23	29	27	12
	Moyenne	1,83	1,66	1,69	1,9
	E.T.	1,92	1,75	1,75	1,91
Staphylocoques	Nt	37	38	37	34
	Moyenne	2,05	2,22	2,10	2,15
	E.T.	1,91	2,24	1,94	2,09
Entérocoques	Nt	29	23	25	15
	Moyenne	0,98	1,30	1,06	1,26
	E.T.	1,28	1,61	1,50	1,57
Clostridies	Nt	38	38	38	38
	% présence	18,42	34,21	26,32	21,05
Salmonelles	Nt	38	38	38	38
	% présence	2,63	7,89	7,89	7,89

Légende : Nt, Nombre de carcasses testées ; E.T., Écart type.

* Sur base des résultats des 4 régions anatomiques disponibles pour chaque carcasse.

La méthode de prélèvement influence le nombre de germes retrouvé ; les niveaux les plus importants sont retrouvés avec la méthode d'excision (Zweifel,

2005). Au Maroc, Dennai et collaborateurs ont rapporté une moyenne générale de 5,15 log ufc/g germes totaux aérobies avec la technique d'excision



(Dennai *et al.*, 2001). La flore mésophile totale observée dans cette étude ($3,17 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$) (**Tableau 1**) est inférieure à celles enregistrée à l'abattoir de Constantine ($5,34 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$) et celui d'Alger ($4,48 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$) (El-Hadef El Okki, 2005; Nouichiet Hamdi, 2009). Cette différence peut s'expliquer par des abattages plus importants dans les abattoirs de Constantine et d'Alger induisant un moindre respect des normes d'hygiène. Le chiffre relativement bas trouvé dans notre étude peut aussi s'expliquer par la saison de prélèvement (hiver) ainsi que par le faible nombre d'animaux abattus. Nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus avec la technique d'excision en 2005 dans un abattoir suisse de grandes capacité d'abattage ($2,1$ à $3,1 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$) et en 2008, dans un abattoir de petite capacité ($2,7 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$ à $3,1 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$) (Zweifel, 2005; Zweifel et Stephan, 2008). De même, les moyennes générales des coliformes totaux et fécaux de la carcasse ($2,15 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$ et $1,9 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$) sont inférieures à celles enregistrées à Alger ($2,92 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$ et $2,6 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$ respectivement) (Nouichiet Hamdi, 2009). Cependant au Maroc, avec la technique d'excision, les coliformes totaux étaient au nombre de 3, 85 log UFC/cm² (Dennai *et al.*, 2001). La moyenne générale de contamination par les entérocoques, à savoir 1,26 log UFC/cm² confirme une contamination d'origine fécale, par non respect des règles d'hygiène. La réglementation algérienne exige l'absence d'anaérobies par gramme de viande (Arrêté Interministériel, 1998). Cependant, ils sont retrouvés dans 60,5 % des échantillons, pouvant avoir comme origine le tube digestif ou le sol contaminé lors de l'éviscération. Au Maroc, la contamination était de $2,80 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$ (Dennai *et al.*, 2001). La présence de salmonelles sur 21 % des carcasses était supérieure aux chiffres reportés par Reid *et al.* (Reid, 2002); Nouichi et Hamdi (Nouichiet Hamdi, 2009) et Small *et al.* (Small *et al.*, 2006) qui étaient respectivement de 10%; 10 % et 12,7%. Leur provenance peut être de diverse telles que les réservoirs gastro-intestinaux, le cuir, les mains des opérateurs et l'équipement (Reid *et al.*, 2002). Cependant, que ce soit pour les anaérobies ou pour les salmonelles, l'incidence réelle à l'échelle national est difficile à évaluer correctement d'où la nécessité d'un système de surveillance.

4.1 Épaule : Cette région s'est révélée être la plus contaminée. Ceci peut être mis en rapport avec la proximité du sol et la contamination par la flore digestive au cours de la dernière étape de l'éviscération, le même constat mais avec des chiffres

plus importants a été obtenu à Alger (Nouichiet Hamdi, 2009) et à Constantine (El-Hadef El Okki *et al.*, 2005), conséquence de pratiques d'abattage similaires.

4.2 Poitrine : Le niveau de contamination de cette zone vient après celle de l'épaule sauf pour la FAMT, les entérocoques et les clostridies sulfito-réductrices. Nouichi et Hamdi (Nouichiet Hamdi, 2009) ont trouvé des résultats nettement supérieurs aux nôtres avec $4,8 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$; $2,96 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$ et $2,74 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$ pour la flore totale, les coliformes totaux et les coliformes fécaux respectivement. Les mains des ouvriers seraient impliquées dans la contamination surtout par staphylocoques (Desmarchelier *et al.*, 1999).

4.3 Le flanc : Cette région apparaît en second lieu après l'épaule pour les taux de contamination de la FAMT, des streptocoques et des clostridies sulfito-réductrices. La contamination par les clostridies sulfito-réductrices concernait 26,32 % des échantillons prélevés, probablement due à une diffusion à partir du contenu du tube digestif ou peut être au fait de la présence d'animaux vivant au contact des carcasses suspendues. Cette région est également contaminée par les salmonelles (7,89 %).

4.4 La cuisse : C'est la région la plus contaminée pour les coliformes fécaux et elle arrive en seconde position pour la FAMT. Cette zone est très exposée à la contamination par les matières fécales sans oublier le contact préalable avec le sol et le matériel souillé. Nos résultats diffèrent de ceux rapportés par Nouichiet Hamdi (Nouichiet Hamdi, 2009) pour qui la région de la poitrine était la plus contaminée par les coliformes fécaux ($2,74 \log \text{ UFC}/\text{cm}^2$), dépendant sûrement des opérations d'éviscération. La contamination par les staphylocoques est la moins importante dans cette région. La cuisse se situe loin du sol la mettrai à l'abri de contacts prolongés avec les manipulateurs. Sa moindre contamination par les streptocoques, les salmonelles, les coliformes totaux ainsi que par les anaérobies sulfito-réductrices s'explique par les mêmes raisons. Les critères algérienne mentionnent pas le type de prélèvement à utiliser ni la zone à prélever. Ceux-ci devraient être révisés, notamment en concordance avec le règlement européen (CE) N°2073/2005. (Commission Européenne, 2005). Pour les abattoirs artisanaux de faible capacité, les prélèvements peuvent consister en en écouvillonnages de trois zones au maximum (épaule, poitrine et cuisse) et se limiter à la flore bactérienne totale et les entérobactéries, afin d'estimer



leurs niveaux de contamination. Néanmoins, le respect des bonnes pratiques d'hygiène dans de telles structures, s'avère un élément clé afin de fournir une viande de qualité acceptable. Tout contact avec le sol devrait être évité. L'usage de chevalets pourrait être recommandé. Le projet national récent de

construction de trois abattoirs industriels peut s'avérer avantageux pour le consommateur désirant un produit de meilleure qualité bactériologique : ce produit, de par sa qualité, pourra être conservé plus longtemps, transporté ou même consommé sans devoir être soumis à un chauffage prolongé.

5 REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Korsak N. et, Denoel J. (faculté de médecine vétérinaire de Liège) pour leur aide.

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Arrêté Interministériel du 24 janvier relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, 1998, Journal officiel de la république algérienne, N° 35, 11.
- Chahed A., B.China, J.Mainil, and J.Daube, (2006). Prevalence of Enterohaemorrhagic Escherichia coli from serotype O157 and other attaching and effacing Escherichia coli on bovine carcasses in Algeria. *Journal of Applied Microbiology*. 101(2), 361-368.
- Commission Européenne. Règlement (CE) N° 2073/2005 de la Commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, 2005, Journal Officiel des Communautés européennes. L 338, 1-33.
- Dagnelie P., 1998, Statistique théorique et appliquée. Inférence statistique à une et à deux dimensions. (Tome 2), De Boek Université (ed.), Bruxelles, Belgique, 659.
- Dennai N., B. Kharrati, et M.ElYachioui. (2001).Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Med. Vet.* 145, 270-274.
- Desmarchelier P. M., G. M.Higgs, L.Mills, A. M. Sullivan, and P. B.Vanderlinde. (1999).Incidence of coagulase positive *Staphylococcus* on beef carcasses in three Australian abattoirs. *Intern. J. Food Microbiol.* 47, 221-229.
- El-Hadef ElOkki S., R.El-Groud, H.Kenana, et S.Quessy. (2005). Évaluation de la contamination superficielle des carcasses bovines et ovines provenant de l'abattoir municipal de Constantine en Algérie. *Can. Vet. J.* 46, 638-640.
- Guiraud J-P., 1998, Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits laitiers. Edition DUNOD, Paris. 65.
- Guiraud J-P. et J-P.Rose. (2004).Pratiques des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR. 300.
- Joffin C. et J.N.Joffin. (1999). Microbiologie alimentaire. Collection biologie et technique. 5ème édition. 11.
- Jouve J. L. (1990).Microbiologie alimentaire et filière des viandes. *Viandes et Produits Carnés*. 11(6), 207-213.
- LABIE C. (1993). Problemas en los cambios intracommunitarios de la carne. *Eurocarne*, 21, 19-28.
- Maury M. (1987).Milieux et réactifs de laboratoire. *Microbiologie et immunologie Diagnostic Pasteur*.727.
- Nouichi S. et T. M.Hamdi, (2009).Superficial Bacterial Contamination of Ovine and Bovine Carcasses at El-Harrach Slaughterhouse (Algeria). *Eur.J. Sci. Res.* 38(3), 474-485.
- Reid C. -A., A.Small, S. M. Avery, and S.Buncic. (2002).Presence of food-borne pathogens on cattle hides. *Food Control*. 13(6-7), 411-451.
- Statacorp. (2007). *Stata Statistical Software: Release 10*. College Station, TX. 333 StataCorp LP.
- Small A., C.James, S.James, R.Davies, E.Liebana, M.Howell, Hutchison. & Buncis., 2006, Presence of *Salmonella* in the red meat abattoir lairage after routine cleansing and disinfection and on carcasses. *J. Food Prot.* 69, 2342-2351.
- Ware L. M., M. L.Kain, J. N.Sofos, K. E.Belk, and G. C.Smith. (1999).Comparison of sponging and excising as sampling procedures for microbiological analysis of fresh beef-carcass tissue. *J. Food Prot.* 62, 1255-1259.
- Zweifel C., D.Baltzer, and R.Stephan. (2005).Microbiological contamination of



cattle and pig carcasses at five abattoirs determined by swab sampling in accordance with EU decision 2001/471/EC. Meat Sci. 69, 559-566.

Zweifel C., R. Fischer, and R. Stephan. (2008). Microbiological contamination of pig and cattle carcasses in different small-scale Swiss abattoirs. Meat Sci. 78(3), 225-231.