

## **RÉSUMÉ**

de la thèse de doctorat intitulée:

### **ETUDE DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET MORPHOLOGIQUES DE LA VIANDE EN FONCTION DE L'ORIGINE ET DES METHODES DE CONSERVATION**

Doctorant: **OPREA Oana Diana**

Coordinateur scientifique: **Prof. Univ. Dr. Habil. CIOBOTARU-PÎRVU Emilia**

**MOTS-CLÉS:** stress, viande, cortisol, profil enzymatique, examen histologique

La viande provenant des espèces d'intérêt économique est un composant principal de l'alimentation humaine, c'est pourquoi elle est constamment au centre de l'attention des chercheurs.

L'objectif de ce travail était de suivre les modifications physico-chimiques et morphologiques de la viande en fonction de la méthode d'abattage, qu'elle soit conventionnelle, halal ou traditionnelle. Par conséquent, le présent travail vise à mettre en évidence, par le dosage du cortisol et d'autres enzymes biochimiques du stress dans le sérum, telles que la catalase (CAT), la superoxyde dismutase (SOD) et le malondialdéhyde (TBARS). En complément de l'évaluation du pH et de l'examen histologique des échantillons musculaires, les modifications qui apparaissent dans la viande en fonction du système d'élevage et du système d'abattage utilisé, c'est-à-dire, de son origine.

Étant donné qu'il n'existe pas d'informations bien documentées sur le stress des animaux lors de l'abattage, sa mesure et son impact sur la qualité de la viande, l'objectif principal de ce travail était de passer en revue le stress des animaux au moment de l'abattage, la gestion du stress, ainsi que son impact sur la qualité de la viande.

Les recherches menées dans cette étude ont été réalisées dans huit unités d'abattage et dans des ménages de la population, et les analyses de laboratoire ont été effectuées à la Faculté de Médecine Vétérinaire de Bucarest, dans les laboratoires de Contrôle des aliments, de Biochimie et d'anatomie pathologique certaines analyses ont été réalisées dans un laboratoire externe.

La thèse de doctorat intitulée “Étude des caractéristiques physico-chimiques et morphologiques de la viande en fonction de l'origine et des méthodes de conservation” est structurée en deux parties principales (Étude bibliographique et Recherche personnelle), conformément aux dispositions légales en vigueur.

**La première section**, intitulée **L'étude bibliographique**, s'étend sur 50 pages. Cette partie est structurée en cinq chapitres et présente des informations générales sur les caractéristiques physico-chimiques de la viande et sur les changements pouvant apparaître dans la viande après l'abattage des animaux. De plus, l'accent est mis sur l'influence du stress des animaux sur la viande, en fonction de leur origine.

**La deuxième section**, intitulée les **Recherches personnelles**, comprend 105 pages et est structurée en six chapitres, à savoir: Objectifs et buts des recherches, le matériel et les méthodes de travail, Résultats de l'étude comparative concernant la variation des paramètres biochimiques, physico-chimiques et morphologiques en fonction de l'origine des porcs, bovins, ovins et volailles, ainsi que le chapitre final des Conclusions générales et recommandations.

La thèse comprend un nombre de 44 tableaux et 131 figures. À la fin, on trouve les cinq annexes, s'étendant sur un total de 63 pages.

### **Section I: Étude bibliographique**

**Chapitre I. Étude des caractéristiques physico-chimiques de la viande provenant d'animaux d'intérêt économique** offre des informations sur la structure macroscopique et microscopique du tissu musculaire.

**Chapitre II. Modifications physico-chimiques et morphologiques de la viande obtenue après l'abattage des animaux** aborde le fait qu'après l'abattage des animaux, diverses transformations biochimiques se produisent dans les muscles, et décrit les facteurs qui les influencent.

**Chapitre III. L'influence du stress des animaux sacrifiés sur les caractéristiques physico-chimiques et morphologiques de la viande** décrit comment l'organisme animal réagit au stress précédant l'abattage et définit certains des facteurs pouvant augmenter leur niveau de stress. De plus, le dernier sous-chapitre détaille une série de moyens par lesquels nous pouvons réduire le stress des animaux lors de l'abattage.

**Chapitre IV. Méthodes d'obtention de la viande en fonction de l'origine** met en avant des aspects théoriques liés aux systèmes d'élevage, ainsi qu'aux méthodes d'abattage appliquées aux animaux d'intérêt économique (bovins, ovins, porcins, volailles). Les méthodes d'étourdissement pratiquées lors de l'abattage conventionnel sont décrites, ainsi que les aspects à prendre en compte lors de l'abattage traditionnel, halal ou casher, respectant ainsi les préceptes religieux.

**Chapitre V. Étude sur la consommation de viande et la santé humaine** met en évidence une série de recommandations diététiques saines et décrit des études dans lesquelles les consommateurs évaluent la qualité de la viande.

## **Section II: Recherches personnelle**

*Les objectifs et le but de la recherche* résumant l'importance des recherches actuelles.

**Chapitre VI. Matériel et méthodes de travail** comprend trois sous-chapitres avec des informations qui structurent et détaillent le cadre institutionnel dans lequel les recherches ont été menées, le matériel utilisé, ainsi que les méthodes de travail appliquées dans le cadre des recherches.

L'étude a inclus un total de 198 mammifères et oiseaux, dont 65 porcs, 51 bovins, 45 ovins, 26 poulets de chair et 11 dindes. Les échantillons de sang et de muscle prélevés sur ces animaux ayant été traités à la Faculté de Médecine Vétérinaire de Bucarest, plus précisément dans le Laboratoire de Contrôle des Aliments, le Laboratoire de Biochimie et le Laboratoire d'Anatomie Pathologique. De plus, la détermination du cortisol a été réalisée dans un laboratoire externe. Pour chaque animal, des informations supplémentaires telles que l'espèce, la race, le sexe, l'âge, le poids corporel, le système d'élevage et le système d'abattage ont été notées.

Dans les chapitres suivants (VII, VIII, IX, X), le dosage du cortisol chez les animaux sacrifiés selon différentes méthodes (conventionnelle, halal, traditionnelle), selon l'espèce (porcine, bovine, ovine, oiseaux) est suivie, ainsi que la réalisation d'études comparatives des résultats obtenus. Chaque chapitre présente également la détermination des enzymes du stress par des méthodes biochimiques, ainsi que le suivi des modifications physico-chimiques pouvant survenir dans la viande, en fonction du mode d'obtention, c'est-à-dire l'abattage des animaux selon les systèmes conventionnel, halal ou traditionnel et du mode de conservation par réfrigération à 2-4°C. L'analyse histologique des échantillons de muscles prélevés sur les animaux sacrifiés dans les abattoirs ou dans les foyers de la population et la détermination de la manière dont le système d'élevage et le mode d'abattage influent sur les caractéristiques morphologiques de la viande sont présentées pour chaque espèce incluse dans l'étude.

**Chapitre VII. Étude comparative de la variation des niveaux des paramètres biochimiques, physico-chimiques et morphologiques, en fonction de l'origine des porcs**, présente comment la méthode d'élevage et celle d'abattage influent sur le niveau de cortisol, de catalase, de SOD, de TBARS, de glucose et de protéines totales dans les échantillons de sérum.

Les échantillons de sang prélevés sur les porcs ont été répartis en trois lots, à savoir : un lot de porcs sacrifiés selon le mode conventionnel en juin, un lot de porcs sacrifiés selon le mode conventionnel en novembre et un lot de porcs sacrifiés selon le mode traditionnel. En conséquence, les valeurs les plus élevées du taux de cortisol ont été enregistrées dans le lot sacrifié selon le mode conventionnel en novembre, comparativement au lot sacrifié selon le mode conventionnel en juin, ce qui est probablement corrélé aux températures basses auxquelles les porcs ont été exposés, la température étant un facteur important influençant le niveau de stress des animaux. De plus, les échantillons prélevés sur les porcs élevés dans les fermes de la population et

sacrifiés selon le mode traditionnel ont montré des niveaux plus faibles de cortisol par rapport aux échantillons de sang prélevés sur les porcs sacrifiés selon le mode conventionnel, ce qui est probablement lié à la méthode d'élevage des animaux, au fait qu'ils ne subissent pas le stress du transport et au fait que les animaux ne sont pas maintenus dans des lots surpeuplés.

Toutes les données obtenues ont été traitées statistiquement à l'aide du logiciel SPSS v.26. Initialement, les échantillons ont été analysés pour leur distribution normale en utilisant le test de Shapiro-Wilk. Ensuite, une analyse de variance à sens unique (test ANOVA à un facteur) a été appliquée, montrant qu'il existe des différences significatives entre les niveaux de cortisol, en fonction de la méthode d'abattage appliquée aux porcs.

De plus, d'un point de vue statistique, il a été constaté que la méthode d'abattage appliquée aux porcs influence de manière significative les niveaux de SOD et de TBARS, ces valeurs étant plus faibles chez les porcs sacrifiés selon le mode traditionnel.

Pour déterminer comment la méthode d'élevage et le mode d'abattage influencent la qualité de la viande, des mesures du pH ainsi que des examens histologiques des échantillons de muscle ont été réalisés. Il a été constaté que le temps affecte la valeur du pH de la viande de porc, avec des différences significatives sur le plan statistique entre les valeurs de pH mesurées sur des échantillons de viande conservés par réfrigération à 2-4°C pendant six jours.

En ce qui concerne l'examen histologique des échantillons de muscle prélevés sur les porcs abattus de manière conventionnelle et traditionnelle, des différences dans la quantité de tissu adipeux ont été observées entre les deux lots, probablement dues au régime alimentaire reçu par les animaux dans les fermes respectivement dans les foyers de la population.

**Chapitre VIII. Étude comparative de la variation des niveaux des paramètres biochimiques, physico-chimiques et morphologiques, en fonction de l'origine des bovins**, présente comment la méthode d'élevage et celle d'abattage influencent le niveau de stress des animaux et donc la qualité de la viande, en dosant le cortisol et la catalase dans des échantillons de sérum prélevés sur les bovins au moment de l'abattage. Pour comprendre comment la méthode d'élevage et le mode d'abattage influencent la qualité de la viande, des mesures du pH ainsi que des examens histologiques des échantillons de muscle ont été réalisés.

Les échantillons ont été répartis en quatre lots: bovins abattus de manière conventionnelle en saison froide, bovins abattus de manière conventionnelle en saison chaude, bovins abattus selon la méthode halal et bovins abattus selon la méthode traditionnelle. Il a été constaté que toutes les étapes du processus technologique d'abattage des bovins sont respectées dans les abattoirs étudiés, tant pour les bovins abattus de manière conventionnelle (avec étourdissement) que pour ceux abattus de manière halal et traditionnelle (sans étourdissement).

En ce qui concerne le niveau de cortisol mesuré, les échantillons prélevés sur les bovins abattus selon le système conventionnel ont obtenu une valeur moyenne plus

basse par rapport à la valeur moyenne obtenue pour les échantillons de sang prélevés sur les bovins abattus selon les méthodes traditionnelle et halal, ce qui est probablement lié au stress du transport (les bovins des quatre lots ont été abattus à l'abattoir, nécessitant leur transport depuis la ferme ou les foyers de la population où ils ont été élevés, vers l'unité d'abattage), à la réactivité individuelle de chaque animal et à la saison au cours de laquelle les animaux ont été abattus.

Comme pour le chapitre précédent, toutes les données obtenues ont été traitées statistiquement à l'aide du logiciel SPSS v.26. Initialement, les échantillons ont été analysés pour leur distribution normale en utilisant le test de Shapiro-Wilk, puis le test statistique non paramétrique de Kruskal-Wallis a été appliqué. L'analyse a révélé que la méthode d'abattage influence la valeur du cortisol, avec des différences significatives sur le plan statistique entre les lots conventionnel 1 - halal, conventionnel 1 - traditionnel, conventionnel 2 - halal, conventionnel 2 - traditionnel.

En ce qui concerne la valeur de la catalase, les résultats du test statistique de Mann-Whitney ont montré que la méthode d'abattage n'influence pas son niveau, car il n'y a pas de différences significatives sur le plan statistique entre les lots de bovins abattus selon les méthodes conventionnelle et halal.

L'influence du temps écoulé, c'est-à-dire la détérioration de la qualité de la viande, affecte la valeur du pH, avec des différences significatives sur le plan statistique, comme analysé par le test statistique de Kruskal-Wallis.

À la suite de l'examen histologique des échantillons de muscle prélevés dans la zone de la cuisse, chez les bovins abattus de manière conventionnelle et halal, on a observé principalement un muscle avec un aspect normal et peu de tissu adipeux. Le stress du transport et la présence de formations parasitaires de type *Sarcocystis spp.* peuvent être des causes de la dégénérescence des fibres musculaires, avec une réaction interstitielle fréquemment observée.

**Chapitre IX. Étude comparative sur la variation des niveaux des paramètres biochimiques, physico-chimiques et morphologiques, en fonction de l'origine des ovins**, présente comment la méthode d'élevage et celle d'abattage influencent le niveau de stress des ovins et donc la qualité de la viande, en dosant le cortisol et la catalase dans des échantillons de sérum prélevés au moment de l'abattage des ovins, ainsi qu'en déterminant le pH et en effectuant un examen histologique des échantillons de muscle.

Les échantillons ont été répartis en trois lots: ovins abattus de manière conventionnelle, ovins abattus selon la méthode halal et ovins abattus selon la méthode traditionnelle.

Les échantillons prélevés sur les agneaux abattus selon le mode traditionnel dans les foyers de la population ont obtenu des valeurs moyennes de cortisol plus faibles par rapport aux valeurs moyennes des échantillons prélevés sur les agneaux abattus de manière conventionnelle et halal, ce qui est probablement lié à la méthode d'élevage, au fait qu'ils ne subissent pas le stress du transport et au fait que les agneaux ne sont pas maintenus dans des lots surpeuplés.

Toutes les données obtenues ont été traitées statistiquement à l'aide du logiciel SPSS v.26. Suite à l'application du test de Kruskal-Wallis, il a été constaté que la méthode d'abattage influence la valeur du cortisol, avec des différences significatives sur le plan statistique entre les lots traditionnel - halal et traditionnel - conventionnel.

Suite à l'analyse statistique des trois lots d'ovins en appliquant le test unilatéral d'analyse de la variance (ANOVA à un facteur), il a été constaté que la méthode d'abattage influence les valeurs de la catalase.

L'écoulement du temps influence la valeur du pH de la viande d'agneau, avec des différences significatives sur le plan statistique entre ses valeurs, mesurées à certains intervalles de temps.

Les images histologiques examinées ont présenté un aspect normal des fibres musculaires, tant en coupe transversale qu'en coupe longitudinale. Les échantillons de muscle, conservés à une température de 2-4°C pendant 24 heures, ont montré des fibres musculaires rigides, avec un aspect ondulé spécifique.

**Chapitre X. Étude comparative sur la variation des niveaux des paramètres biochimiques, physico-chimiques et morphologiques, en fonction de l'origine des volailles**, présente comment la méthode d'élevage et celle d'abattage influencent le niveau de stress des volailles, et donc la qualité de la viande, en dosant le cortisol sérique et en déterminant le pH des échantillons de muscle.

Les échantillons provenant des poulets de chair ont été répartis en trois lots : poulets de chair abattus de manière conventionnelle, poulets de chair abattus selon la méthode halal et poulets de chair abattus selon la méthode traditionnelle. De plus, un lot a été constitué avec des échantillons prélevés sur des dindes.

Dans les abattoirs étudiés, on observe le respect des étapes techniques d'abattage des volailles selon la méthode conventionnelle, avec étourdissement électrique, pratiquée pour les poulets de chair, et avec étourdissement par gazage, pratiquée pour les dindes.

Tous les échantillons prélevés sur les volailles (poulets de chair et dindes) ont obtenu un résultat inférieur à 1 µg/dL, probablement en corrélation avec leur durée de vie réduite et leur faible poids corporel.

L'écoulement du temps affecte la valeur du pH de la viande de volaille, avec des différences significatives sur le plan statistique entre ses valeurs, mesurées à certains intervalles de temps.

L'examen histologique des échantillons examinés a montré des fibres musculaires d'aspect normal alternant avec de fines lamelles de tissu adipeux, surtout chez les poulets de chair élevés dans les foyers de la population, probablement en raison du régime alimentaire reçu.

Le nombre d'échantillons prélevés sur les volailles n'a pas été étendu, car les résultats obtenus lors du dosage du cortisol n'ont pas été concluants.

Étant donné que les dindes sont abattues à un âge plus avancé et ont un poids corporel plus élevé que les poulets de chair, une tentative a été faite pour doser le

cortisol chez ces dernières, mais les résultats étaient identiques à ceux obtenus pour les poulets de chair. Par conséquent, les recherches n'ont pas été étendues à d'autres lots abattus par des méthodes différentes.

**Chapitre XI. Conclusions générales et recommandations** comprend toutes les conclusions et recommandations formulées à la suite des recherches de cette thèse de doctorat.

La **bibliographie** comprend un total de 252 sources bibliographiques consultées.

La thèse se termine par la Liste des travaux publiés en tant que premier auteur, auteur correspondant ou coauteur. Pendant la période du doctorat, j'ai publié un total de 30 articles scientifiques, dont 7 articles complets dans des revues indexées ISI avec facteur d'impact, 12 articles complets dans des revues indexées ISI (ESCI) et 11 articles complets dans des revues indexées BDI. En rapport direct avec le sujet de la thèse, 4 articles ont été publiés, dont 3 indexés ISI (ESCI) et un indexé BDI. De plus, j'ai participé à différentes conférences avec 34 présentations orales ou sous forme de posters.