

---

# Summaries

---

The World's Poultry Science Journal is indebted to Prof J.A. Castello, Prof D.K. Flock, Dr M. Tixier-Boichard, Dr S. Cherepanov and Dr Jiangxia Zheng for the translations of these summaries.

## 砷在家禽营养中的功效、重要性和毒性

**M. ŽIVKOV BALOŠ, S. JAKŠIĆ and D. LJUBOJEVIĆ**

砷 (As) 属于剧毒元素，在饲料和饮水中含量通常很低。砷具有致畸和致癌作用，但近期研究发现了它同样具有营养功效——砷对半胱氨酸和蛋氨酸的代谢必不可少，在家禽生理过程中扮演重要角色。家禽饲料中砷的推荐量为 0.012-0.050 mg/kg。饮用水中的砷会造成畜禽中毒，目前水污染对肉鸡组织中砷含量的影响研究很少。肉鸡饮用砷污染水 42 天后，胸肉中砷含量为 0.006-0.015 mg/kg，腿肉中砷含量为 0.007-0.017 mg/kg，肝脏中砷含量为 0.001-0.014 mg/kg，睾丸中砷含量为 0.008-0.016 mg/kg。家禽饲料中砷中毒剂量在 40 至 50 mg/kg 之间，40 mg/kg 砷导致鸡产蛋量减少，50 mg/kg 砷造成采食量下降。个体、群体和地理区域的差异会造成不同的慢性砷中毒症状，因此慢性砷中毒缺乏典型症状。此外，某些个体的砷耐受度很高，能够承受其它个体的中毒剂量。Marsh hen 肉 (0.063 mg/kg)、海鸥肉 (0.058 mg/kg)、天鹅肉 (0.022 mg/kg) 和白尾鹰肉 (0.022 mg/kg) 中砷的含量最高。本文综述了砷在家禽营养中的基本功效和毒性，重点强调了其作为家禽饲料组分及其对禽产品的污染。

## 波兰鹅遗传资源保护的历史与现状

**J. DOBRZAŃSKI, J. CALIK, J. KRAWCZYK and T. SZWACZKOWSKI**

动物遗传资源保护应被视为当今育种的主要挑战之一。每种畜禽都是世界动物遗传多样性的重要组成部分。在过去的几十年中，地方品种的数量和规模都大量减少。濒危鹅种的保护工作势在必行。波兰有许多地方鹅品种，是育种学家多年来取得的成就。本文旨在通过分析鹅群及其分子多态参数，综述波兰 14 个鹅种的保护现状。文章介绍了这些鹅种的情况，包括有效群体大小、估计近交程度、生产性能变化以及基于遗传标记估计的参数。鹅群的大小远大于 100 只，超过 FAO 推荐的动物种群保护最低量。有效群体大小从 179 到 452 不等，近交程度较低，为 0.1%-0.74%。估计近亲增量与繁殖性状之间的相关估测值为负。杂合子系数从 0.27 (Biłgorajska 品种) 到 0.55 (Garbonosa 品种) 不等。因此总体而言，波兰地方鹅种遗传资源保护的各项参数均符合 FAO 建议水平。

## 机器学习在肉鸡生长与健康预测中的应用

**B. MILOSEVIC, S. CIRIC, N. LALIC, V. MILANOVIC, Z. SAVIC, I. OMEROVIC, V. DOSKOVIC, S. DJORDJEVIC and L. ANDJUSIC**

人工智能 (AI) 已经成为许多行业提高效率和生产力的一个因素, 畜牧生产领域同样需要进一步扩大其应用。目前养殖场对智能设备开发和使用的需求日益增长, 这将产生足够的数​​据, 增加借助机器学习算法和实时分析来实现人工智能的可能性。机器学习 (ML) 是一种算法, 无需明确编程即可使软件在预测结果时更准确。机器学习的基本原理是构建接收输入数据的算法, 并使用统计分析来预测输出。机器学习利用不同的训练输入, 得出肉鸡生长发育和体重预测的准确率在 98-99% 之间。此外, 识别肉鸡腹水症的神经网络准确度为 100%, 识别健康和禽流感患病鸡的支持向量机 (SVM) 模型结合机器视觉准确率为 99.5%。因此, 机器学习算法除了能准确预测肉鸡的生长外, 还能成功地对健康状况进行识别。机器学习的应用潜力显而易见。本文分析了机器学习在肉鸡生长发育和健康预测中的应用, 其处理高输入数据和非线性的能力可取代常用方法。

## 磁化饮用水会影响家禽的健康和生产吗?

**K. EL-SABROUT and A. EL-HANOUN**

机体 98% 以上的分子是水, 它是很多生物过程的必要组分。研究表明水质影响动物生产性能的发挥。近年来, 涌现了各种水处理技术, 不同水对家禽生产性能的影响更是备受瞩目。磁化水与化学和物理处理水相比, 成本较低, 因此广泛吸引了家禽研究人员和养殖者的兴趣。磁化改变了水的性质, 使其流动性、碱性和能量发生改变。但很多文献中磁化水对家禽性能影响的结论不一致, 甚至相悖。磁化水, 特别是高高斯处理 (超过 1000 高斯/月) 可以改善肉鸡的健康 (免疫力)、生长 (体重约增加 4%) 及提高母鸡的产蛋性能, 如蛋壳厚度 (约增加 9%)。本文对现有文献中关于磁化水对家禽健康和生产的影响进行了综述。

## Toll 样受体和细胞因子作为家禽疫苗免疫刺激佐剂的研究现状及发展趋势

**S. BHADOURIYA, B.K. SHARMA, N.K. KAKKER and R. CHHABRA**

近年来, 研究人员在减少对饲料抗生素使用的同时, 更加重视疫苗的研发。佐剂在疫苗精制中起到重要作用。除常规佐剂外, 其它如细胞因子和 Toll 样受体 (TLR) 已广泛开展研究。例如, Pam3CSK4、聚肌苷酸聚胞苷酸作为免疫刺激剂能够上调抗禽流感 1 型干扰素 (IFNs) 的表达。TLR4 (脂多糖; LPS)、TLR7 (Loxoribine) 和 TLR21 (CpG-ODN) 激动剂可作为禽流感疫苗的佐剂, 使用效果良好。LPS (TLR4) 作为佐剂和脂质体作为鼻腔抗原递送系统用于新城疫 (NDV) 抗原, 使气管灌洗液 IgA 和血清 IgG 显著上升。在一项病毒攻毒研究中, 保护效率为 80%。当雷西莫特 (TLR7) 作为灭活 NDV 的佐剂时, 抗 NDV 效率可达 100%, 而疫苗组保护效率仅 80%。将 64CpG-plasmids (TLR21) 与灭活的禽流感病毒 H5N2 疫苗联合应用时, 2 周龄和 4 周龄的 HI 滴度较高, 抗禽流感效率为 100%。TLR 3 激动剂 (poly I:C) 对 NDV 和禽呼肠孤病毒有显著的抑制作用。其他用于抗 NDV 的 TLR 激动剂和细胞因子包括 LPS、loxoribine、CpG-ODN 和 ChIFN- $\alpha$ 、IFN- $\gamma$  (卵内疫苗)。马立克氏疫苗已尝试与脂多糖、鸡 TLR21 等免疫刺激性佐剂联合使用, 同时肠炎沙门氏菌和艾美耳球虫疫苗也联合 TLR5 激动剂来预防疾病。尽管与哺乳动物相比, 家禽细胞因子和 TLR 的研究仍处在起步阶段, 但进展迅速, 本文对近年来家禽免疫刺激佐剂的研究结果进行了综述。

## 适合家禽户外养殖模式的慢长型公鸡

**E. FAUSTIN EVARIS, L. SARMIENTO FRANCO\* and C. SANDOVAL CASTRO**

慢长型公鸡含有丰富的蛋白质, 其胸肌蛋白质含量达 24.73%。它们的胴体品质优良, 与对照组相比腹脂少 20%, 胸肉产量多 3%, 腿肉产量多 3%。此外, 慢长型公鸡户外养殖时, 骨骼发育良好, 腿骨重量、长度和直径分别为 16.5g、96.7mm 和 8.61mm。脂肪酸作为一项重要的肉品质参数, 户外养殖慢长公鸡组比室内养殖组胸肌多不饱和脂肪酸水平显著升高 (3.85 vs. 3.36%), n6:n3 PUFA 比率降低 (7.8 vs. 9.22), 饱和脂肪含量降低 (26.29 vs. 28.73%)。户外模式饲养慢长型公鸡对动物本身、饲养者、消费者和环境都有好处。

## 光谱技术在壳蛋和种蛋检测重的潜在应用

Q. ZHAO, L. BAN, J. ZHENG, G. XU, Z. NING and L. QU

在检测壳蛋品质和种蛋发育状况方面，光谱技术比传统检测方法（耗时，耗力）效率更高。本文综述了壳蛋光谱分析的最新进展，包括化学成分的测定（蛋黄中脂肪、水分、蛋白质，蛋清中水分、蛋白质的相对分析误差分别为 4.38, 2.25, 2.28, 2.31 和 3.03）。用高光谱技术检测鸡蛋哈氏单位的校验标准差可达 6.29。此外，在种蛋光谱检测方面，受精率（白壳蛋的检测准确率可达 93.5%）和性别鉴定均有涉及。总结来看，无论是对于壳蛋还是种蛋蛋，高光谱技术的检测效果都比可见光和近红外光谱技术要优越。另外，拉曼光谱和荧光光谱在种蛋性别鉴定方面显示出巨大的潜力，科学家在不去除内壳膜的情况下可鉴定入孵 3.5 天种蛋的性别，准确率达 90%以上。蛋壳颜色会增加血斑蛋和受精蛋的检测难度。

## 疼痛和压力的互作：鸟类应激性镇痛和痛觉过敏的研究进展

B.I.Baker、K.L.Machin 和 K.Schwean-Lardner

压力可对动物的疼痛感知产生调节作用，因为压力会导致痛感扩大或减少。这些现象被概述为应激性镇痛（SIA）和应激性痛觉过敏（SIH）。这两种疾病的介导机制相同，但因疼痛路径的应激源和反应不同而不同。SIA 和 SIH 已经在啮齿动物、人类和其它哺乳动物中通过各种压力和疼痛刺激得到验证。部分研究结果表明，鸟类也会发生 SIA，它们同样具有 SIH 必需的神经系统和大脑区域。强直反应（TI）与哺乳动物的 SIA 相关，研究结果表明鸟类大脑与 TI 协同发挥镇痛作用，但同时也可能产生痛觉过敏。本文综述了哺乳动物 SIA、SIH 和 TI 的机制以及鸟类中相似反应的研究进展。

---

## Rôle, importance et toxicité de l'arsenic en nutrition avicole

M. ŽIVKOV BALOŠ, S. JAKŠIĆ et D. LJUBOJEVIĆ

L'arsenic (As) est un élément très toxique, même à de très faibles concentrations dans les aliments et l'eau potable. Son rôle physiologique chez la volaille est bien établi, car il est essentiel à la synthèse des métabolites de la méthionine, dont la cystéine, même s'il s'agit d'un élément tératogène et cancérigène. Paradoxalement, des études récentes ont mis en évidence sa valeur nutritionnelle. Les quantités recommandées d'As dans l'alimentation des volailles se situent entre 0,012 et 0,050 mg/kg. L'eau est la principale voie de transfert de l'As et d'exposition des animaux à ses effets toxiques. Les données disponibles sur l'impact de la contamination de l'eau sur le dépôt d'As dans les tissus des poulets de chair sont plutôt rares. La quantité d'As était de 0,006-0,015 mg/kg dans le filet, de 0,007-0,017 mg/kg dans la viande de pilon, de 0,001-0,014 mg/kg dans le foie et de 0,008-0,016 mg/kg dans les testicules des poulets de chair au terme d'une expérience de 42 jours après exposition à une eau potable naturelle. La dose toxique d'As pour les volailles se situe entre 40 et 50 mg/kg d'aliments pour volailles alors que la quantité de 40 mg/kg entraîne une diminution de la

production d'œufs et la quantité de 50 mg/kg entraîne une diminution de la consommation alimentaire. Les symptômes de l'exposition chronique à l'As diffèrent selon les individus, les populations et les régions géographiques, ce qui suggère qu'il n'existe pas de définition universelle des symptômes associés à l'intoxication chronique à l'As. De plus, certains individus peuvent tolérer des niveaux élevés d'As, c'est-à-dire des niveaux qui peuvent être mortels pour d'autres. Chez les oiseaux sauvages, la teneur en As était la plus élevée dans la viande des poules de mars (0,063 mg/kg), les tissus musculaires des mouettes (0,058 mg/kg), la chair des cygnes (0,022 mg/kg) et de l'aigle à queue blanche (0,022 mg/kg). Dans la présente étude, le rôle essentiel et la toxicité de l'As dans l'alimentation de la volaille sont abordés, l'accent étant mis en particulier sur son importance en tant que contaminant des aliments et produits destinés aux volailles.

## **Le passé et le présent de la conservation des ressources génétiques de l'oie en Pologne**

**J. DOBRZAŃSKI, J. CALIK, J. KRAWCZYK et T. SZWACZKOWSKI**

La conservation des ressources génétiques animales doit être considérée comme l'un des principaux défis de l'élevage actuel. Chaque race de bétail est un élément précieux de la diversité génétique animale mondiale. Au cours des dernières décennies, des réductions considérables du nombre de races locales et de leurs effectifs ont été enregistrées. Cette tendance a rendu nécessaire la mise en œuvre de programmes de conservation pour les espèces d'oies menacées d'extinction. La Pologne possède un certain nombre de races locales d'oies qui sont le fruit du travail de plusieurs générations d'éleveurs. L'objectif de cette étude est de présenter l'état actuel des programmes de conservation mis en œuvre pour 14 races d'oie en Pologne en analysant les paramètres des populations et les données moléculaires. L'état de conservation de ces populations est présenté, avec la taille efficace de la population, le niveau théorique de consanguinité, l'évolution des caractères de performance ainsi que les paramètres estimés sur la base de marqueurs génétiques. Dans tous les cas, la taille des populations dépasse largement les 100 individus, ce qui est le minimum recommandé par la FAO pour les troupeaux en conservation. La taille efficace de la population varie de 179 à 452, correspondant à un niveau de consanguinité relativement faible de 0,1 à 0,74%. Les corrélations estimées entre les taux théoriques de consanguinité et les caractères de reproduction sont négatives. Les coefficients d'hétérozygotie varient de 0,27 (race Biłgorajska) à 0,55 (race Garbonosa). D'une manière générale, les paramètres pour les races d'oies en Pologne sont compatibles avec les recommandations de la FAO.

## **Application de l'apprentissage automatique à la prédiction de la croissance et de la santé des poulets de chair**

**B. MILOSEVIC, S. CIRIC, N. LALIC, V. MILANOVIC, Z. SAVIC, I. OMEROVIC, V. DOSKOVIC, S. DJORDJEVIC et L. ANDJUSIC**

L'intelligence artificielle (IA) est déjà un facteur d'augmentation de l'efficacité et de la productivité dans de nombreux secteurs, et il est nécessaire d'étendre son application aux sciences animales. Il y a une demande croissante pour le développement et l'utilisation de dispositifs intelligents au niveau de la ferme, capables de produire suffisamment de données, et augmentant ainsi le potentiel de l'IA en utilisant des algorithmes d'apprentissage automatique et l'analyse en temps réel. L'apprentissage automatique (ou Machine Learning, ML) est une catégorie d'algorithme qui permet au logiciel de devenir précis dans la prédiction des résultats sans être explicitement programmé. Le principe essentiel de l'apprentissage automatique est de construire des algorithmes qui peuvent recevoir des données d'entrée et utiliser l'analyse statistique pour prédire un résultat. L'exploitation des approches d'apprentissage automatique, en utilisant différentes données d'expérimentation en entrée, a permis d'obtenir une précision de prédiction de la croissance et du poids corporel chez les poulets de chair allant de 98 à 99 %. De plus, un réseau neuronal d'une précision de 100 % a identifié la présence ou l'absence d'ascite chez les poulets de chair, tandis que le modèle SVM (Support vector machine) a obtenu un taux de précision de 99,5 % en combinaison avec la vision



artificielle pour la reconnaissance des poulets sains et des poulets atteints de grippe aviaire. Par conséquent, les algorithmes d'apprentissage automatique, en plus de la prédiction précise de la croissance des poulets de chair, peuvent contribuer avec succès à la prédiction des troubles de santé. Il est évident que l'apprentissage automatique a un grand potentiel d'application dans l'avenir. Cet article analyse les applications de l'apprentissage automatique dans le domaine de la prédiction de la croissance et de la santé des poulets de chair, et sa capacité à faire face à des entrées élevées de données et à la non-linéarité peut remplacer avec succès la méthodologie actuelle.

## **Est-ce que l'eau de boisson magnétisée influence la santé et la production des volailles?**

**K. EL-SABROUT et A. EL-HANOUN**

L'eau représente plus de 98% de toutes les molécules de l'organisme et elle est nécessaire à plusieurs processus biologiques. Il a été démontré que la qualité de l'eau influence la performance des animaux. Au cours des dernières années, l'intérêt pour les technologies de traitement de l'eau s'est accru, en particulier pour les volailles. L'eau magnétisée est un des traitements de l'eau qui a attiré les chercheurs et les éleveurs de volaille, en raison de son faible coût par rapport aux traitements chimiques et physiques de l'eau. L'aimantation de l'eau modifie les propriétés de l'eau, la rendant plus fluide, alcaline et énergisée. Malheureusement, les informations détaillées dans la littérature fournissent des points de vue opposés sur l'effet de l'eau magnétisée sur la performance des volailles. Cependant, l'eau magnétisée, en particulier à fort gauss (plus de 1000 gauss/mois) pourrait améliorer la santé (immunité), la croissance (environ +4 % en poids) des poulets de chair et améliorer certains caractères de ponte des poules, comme l'épaisseur de la coquille d'oeuf (environ +9 %). Cette revue synthétise l'information qui est détaillée dans la littérature existante sur l'influence de l'eau magnétisée sur la santé et la production avicole.

## **Récepteurs "toll-like" et cytokines comme adjuvants immunostimulants dans les vaccins aviaires: état actuel et tendances futures**

**S. BHADOURIYA, B.K. SHARMA, N.K. KAKKER et R. CHHABRA**

Afin de réduire la dépendance de l'alimentation animale à la supplémentation en antibiotiques, l'accent a été mis sur la mise au point de vaccins. Les adjuvants jouent un rôle important dans l'amélioration des vaccins. Outre les adjuvants classiques, d'autres, comme les cytokines et les récepteurs de type « Toll-like » (TLR), ont été évalués expérimentalement. Par exemple, Pam3CSK4, l'acide polyinosinique polycytidylique est utilisé comme agent immunostimulant qui régule l'expression des IFN de type 1 contre la grippe aviaire. L'utilisation des agonistes TLR4 (lipopolysaccharide; LPS), TLR7 (Loxoribine) et TLR21 (CpG-ODN) a donné de bons résultats en tant qu'adjuvants du vaccin contre la grippe aviaire. Le LPS (TLR4) a été utilisé comme adjuvant et liposome pour l'administration intranasale d'antigène de la maladie de Newcastle (NDV), ce qui a induit une augmentation significative des IgA sécrétoires dans le liquide de lavage trachéal et des taux sériques des IgG. Dans une épreuve expérimentale, il a donné une protection de 80 % contre une inoculation virulente. Lorsque le resiquimod (TLR7) a été utilisé comme adjuvant en présence de NDV inactivé, la réponse protectrice a été potentialisée à 100 % contre l'inoculation virulente, alors que la protection n'était que de 80 % dans le groupe vaccin seul. Lorsque des plasmides 64CpG (TLR21) ont été co-administrés avec le vaccin inactivé AIV H5N2 chez les poulets, le titre d'IH a augmenté à l'âge de deux et quatre semaines et la protection contre le virus de la grippe aviaire a été assurée à 100 %. L'agoniste TLR 3 (poly I:C) a donné de bons résultats contre le NDV et le réovirus aviaire. Parmi les autres agonistes et cytokines TLR utilisés contre le NDV figurent le LPS, la loxoribine, le CpG-ODN et la ChIFN- $\alpha$ , IFN- $\gamma$  (avec un vaccin in ovo). Des adjuvants immunostimulants comme le LPS, le TLR21 du poulet, ont été testés avec le vaccin contre la maladie de Marek et l'agoniste TLR5 a été utilisé contre *Salmonella enteritidis* et *Eimeria tenella*. Bien que l'étude des cytokines et des TLR chez les espèces aviaires en soit encore à ses balbutiements par rapport à celle des mammifères,

d'énormes progrès ont été réalisés ces dernières années. Dans cet article, nous passons en revue les études récentes portant sur l'évaluation des adjuvants immunostimulants chez la volaille.

## **Les poulets mâles à croissance lente s'adaptent aux systèmes de production avicole avec parcours extérieur**

**E. FAUSTIN EVARIS, L. SARMIENTO FRANCO et C. SANDOVAL CASTRO**

Les poulets mâles à croissance lente se sont révélés être une source nutritionnelle de protéines avec 24,73% de protéines dans le muscle de filet. Ils ont une qualité de carcasse acceptable avec au moins 20% de graisse abdominale en moins, 3% de filet en plus et 3% de cuisse en plus que les oiseaux élevés en confinement. De même, les poulets mâles à croissance lente élevés avec un parcours extérieur ont une bonne qualité osseuse avec un poids, une longueur et un diamètre de fémur de 16,5 g, 96,7 mm et 8,61 mm, respectivement. Si l'on considère le profil des acides gras comme un caractère de qualité de viande, les muscles de filet des oiseaux à croissance lente qui sont élevés avec un parcours extérieur, comparativement à ceux qui n'y ont pas accès, ont un taux d'acides gras polyinsaturés significativement plus élevé (3,85 vs 3,36 %), un rapport n6:n3 PUFA inférieur (7,8 vs 9,22) et un contenu en acides gras saturés inférieur (26,29 vs 28,73 %). L'élevage de poulets mâles à croissance lente dans un système de production avec parcours extérieur est donc confirmé comme étant bénéfique pour les animaux, les producteurs, les consommateurs et l'environnement.

## **Utilisation possible de techniques spectroscopiques pour l'évaluation des œufs de consommation et des œufs à couver**

**Q. ZHAO, L. BAN, J. ZHENG, G. XU, Z. NING et L. QU**

Dans l'évaluation de la qualité des œufs de consommation et des stades de développement des œufs embryonnés, les techniques spectroscopiques sont plus efficaces que les approches traditionnelles, longues et laborieuses. Cette revue résume les développements récents dans l'analyse spectroscopique des œufs de consommation, y compris la détermination de la composition chimique: des coefficients de variation de 4,38, 2,25, 2,28, 2,31 et 3,03 ont été rapportés respectivement pour le gras, l'humidité et les protéines dans le jaune et l'humidité des œufs et pour les protéines dans le blanc d'œuf. Une erreur quadratique moyenne de prédiction des unités Haugh de 6,29 a été obtenue par imagerie hyperspectrale pour les œufs de consommation et pour la détection de la fertilité (pour les œufs à coquille blanche, la détection de la fertilité a été réalisée avec un taux prometteur de 93,5%) et le sexage des œufs fertiles. En conclusion, l'imagerie hyperspectrale surpasse généralement la spectroscopie de réflectométrie visible ou proche infrarouge lorsqu'elle évalue à la fois les œufs de consommation et les œufs à couver, et la spectroscopie Raman proche infrarouge et la spectrométrie en fluorescence présentent un fort potentiel pour déterminer le sexe avant l'éclosion. Des scientifiques ont obtenu un taux de sexage correct supérieur à 90% à 3,5 jours d'incubation des œufs sans enlever la membrane interne de la coquille. La couleur de la coquille s'est révélée être un facteur négatif pour la détection des taches de sang dans l'œuf ou des œufs fertiles.

## **Lorsque la douleur et le stress interagissent: examen de l'analgésie et de l'hyperalgésie induites par le stress chez les oiseaux**

**B.I. BAKER, K.L. MACHIN et K. SCHWEAN-LARDNER**

Le stress peut exercer des effets modulateurs sur la perception de la douleur chez les animaux, car l'exposition à un agent stressant peut entraîner la réduction ou l'amplification de la gravité perçue de la douleur. Ces phénomènes sont largement décrits comme l'analgésie induite par le stress (AIS) et l'hyperalgésie induite par le stress (HIS). Les deux sont médiés par les mêmes mécanismes sous-jacents, mais se produisent en raison de facteurs de stress différents et de réactions différentes de la

voie de la douleur. L' AIS et l' HIS ont été démontrées avec une variété de stimulations de stress et de douleur chez les rongeurs, les humains et d' autres mammifères. Il existe des preuves que l' AIS se produit chez les oiseaux et qu' ils ont les systèmes neurologiques et les régions cérébrales nécessaires pour l' HIS. L' immobilité tonique (IT) est liée à l' AIS chez les mammifères, et il est prouvé que le cerveau aviaire est compatible avec un effet analgésique de l' IT, mais il pourrait avoir un effet hyperalgésique. Cette revue examine les mécanismes et les preuves de l' AIS, de l' HIS et de l' IT chez les mammifères et discute des preuves relatives à l' existence de ces phénomènes chez les oiseaux.

---

## **Funktion, Bedeutung und Toxizität von Arsen in der Geflügelernährung**

**M. ŽIVKOV BALOŠ, S. JAKŠIĆ und D. LJUBOJEVIĆ**

Arsen (As) ist ein hochgiftiges Element, selbst in sehr niedriger Konzentration im Futter und Trinkwasser. Seine physiologische Funktion beim Geflügel ist bekannt und besteht darin, dass es für die Synthese von Methionin Metaboliten wie Cystein essentiell ist, aber auch teratogen und krebserregend wirken kann. In jüngeren Studien wurde sein Nährwert nachgewiesen. Als optimale Dosierung von As in Geflügelrationen wird 0,012 bis 0,050 mg/kg empfohlen. Wasser gilt als Hauptquelle möglicher toxischer Effekte von As bei Tieren. Zur Einlagerung von As aus natürlich kontaminiertem Trinkwasser im Fleisch 42 Tage alter Broiler gibt es nur wenige Daten: 0,006-0,015 mg/kg Brustfleisch, 0,007-0,017 mg/kg Schlegelfleisch; 0,001-0,014 mg/kg Leber und 0,008-0,016 mg/kg Hoden. Die toxische Dosis von As für Geflügel liegt zwischen 40 und 50 mg/kg Futter; bei 40 mg/kg leidet die Legeleistung, und bei 50 mg/kg geht der Futtermittelverzehr zurück. Die Symptome chronischer As Vergiftung variieren zwischen einzelnen Tieren, Populationen und geographischen Regionen. Deshalb kann keine universelle Definition der Symptome bei chronischer As Vergiftung gegeben werden. Einige Tiere tolerieren hohe As Gehalte, die für andere fatal sind. Bei Wildvögeln wurden die höchsten Gehalte an As im Gewebe von Moorhühnern (0,063 mg/kg), Möwen (0,058 mg/kg), Schwänen (0,022 mg/kg) und Adlern (0,022 mg/kg) festgestellt. Hier wird die essentielle Funktion und Toxizität von As in der Geflügelernährung dargestellt, mit den Schwerpunkten Kontamination von Futter und Produkten.

## **Erhaltung genetischer Ressourcen bei Gänsen in Polen – früher und heute**

**J. DOBRZAŃSKI, J. CALIK, J. KRAWCZYK und T. SZWACZKOWSKI**

Die Erhaltung genetischer Ressourcen ist bei der heutigen Züchtung eine der wichtigsten Herausforderungen. Jede Tierrasse ist ein wertvoller Teil des Weltbestandes genetischer Diversität. In den letzten Jahrzehnten ist die Tierzahl vieler lokaler Rassen erheblich geschrumpft. Gegen diesen Trend wurden Erhaltungsprogramme für Gänserassen eingeführt, die vom Aussterben bedroht sind. In Polen gibt es mehrere lokale Gänserassen, die über viele Generationen züchterisch entwickelt wurden. Das Erhaltungsprogramm umfasst 14 Gänserassen, die mit molekularen Parametern charakterisiert wurden. Der gegenwärtige Status dieser Populationen wird durch die effektive Populationsgröße, hypothetische Inzucht, Leistungsmerkmale und genetische Marker beschrieben. In allen Rassen gibt es deutlich mehr als 100 Tiere, dem von der FAO vorgegebenen Minimum für Erhaltungsprogramme. Die effektive Populationsgröße liegt zwischen 179 und 452, mit Inzuchtsteigerung von 0,1 bis 0,74%. Zwischen hypothetischer Inzuchtrate und Reproduktionsmerkmalen wurden negative Korrelationen berechnet. Die Heterozygotie Koeffizienten lagen zwischen 0,27 (Biłgorajska Rasse) und 0,55 (Garbonosa Rasse). Die Parameter von Gänserassen in Polen entsprechen den Empfehlungen der FAO.



## **Lernende Maschinen zur Vorhersage von Wachstum und Gesundheit von Broilern**

**B. MILOSEVIC, S. CIRIC, N. LALIC, V. MILANOVIC, Z. SAVIC, I. OMEROVIC, V. DOSKOVIC, S. DJORDJEVIC und L. ANDJUSIC**

Künstliche Intelligenz (AI) wird schon in vielen Bereichen eingesetzt, um die Effizienz und Produktivität zu steigern, und es ist an der Zeit, sie auch in der Tierproduktion zu nutzen. Es gibt einen zunehmenden Bedarf für die Entwicklung smarterer Geräte für den Einsatz im Betrieb, um genügend Daten zu erfassen, Algorithmen für lernfähige Maschinen und die Analyse in Echtzeit zu ermöglichen. Maschinelles Lernen (ML) ist ein Algorithmus, mit dem die Software mit zunehmender Genauigkeit Vorhersagen treffen kann, ohne explizit programmiert zu sein. Mit ML werden Algorithmen entwickelt, die laufend Daten erfassen und statistisch analysieren, um ein Ergebnis vorherzusagen. Beim Einsatz von ML mit verschiedenen Versuchsdaten konnte die Zunahme von Broilern mit einer Genauigkeit von 98 bis 99% vorhergesagt werden. Ein selbstlernendes Netzwerk konnte mit 100% Genauigkeit das Auftreten von Aszites bei Broilern ankündigen, eine sehfähige Maschine konnte mit 99,5% Genauigkeit gesunde von Influenza-geschädigten Tieren unterscheiden. Demnach können ML Algorithmen nicht nur den Wachstumsverlauf von Broilern, sondern auch Gesundheitsschäden vorhersagen. In diesem Beitrag wird die Anwendung von ML für die Vorhersage des Wachstums und der Gesundheit von Broilern beschrieben. Dabei werden große Mengen von Inputdaten und nicht-lineare Verläufe besser berücksichtigt als bei herkömmlichen Methoden.

## **Beeinflusst magnetisiertes Trinkwasser Gesundheit und Produktion des Geflügels?**

**K. EL-SABROUT und A. EL-HANOUN**

Über 98% aller Moleküle im Körper bestehen aus Wasser. Wasser wird für verschiedene biologische Prozesse gebraucht, und die Qualität des Trinkwassers beeinflusst die Leistung der Tiere. In den letzten Jahren fand die technische Aufbereitung von Wasser zunehmende Beachtung, vor allem in der Geflügelindustrie. Magnetisiertes Wasser hat für Geflügelhalter den Vorteil geringerer Kosten im Vergleich zu chemischer oder physikalischer Behandlung. Durch Magnetisierung wirkt das Wasser flüssiger, basischer und anregender. Bisherige Literaturergebnisse zu Einflüssen magnetisierten Wassers auf die Leistung von Geflügel sind leider widersprüchlich. Aber magnetisiertes Wasser, insbesondere mit hohem Gaußwert (über 1000 Gauß/Monat) konnte die Gesundheit (Immunität) und Gewichtszunahme von Broilern (4 %) und Merkmale der Legeleistung verbessern (9 % dickere Eischale). Literaturergebnisse zum Einfluss von magnetisiertem Wasser auf Gesundheit und Produktion von Geflügel werden zusammengestellt.

## **Rezeptoren mit Schlüsselfunktion und Cytokine als immunstimulierende Adjuvantien in Geflügelimpfstoffen: Status und Zukunft**

**S. BHADOURIYA, B.K. SHARMA, N.K. KAKKER und R. CHHABRA**

Durch den reduzierten Einsatz von Fütterungs-Antibiotika kommt der Entwicklung von Impfstoffen größere Bedeutung zu. Adjuvantien spielen eine bedeutende Rolle bei der Verbesserung von Impfstoffen. Neben konventionellen Adjuvantien wurden Cytokine und TLR (Toll-like Rezeptoren; Komponenten des angeborenen Abwehrsystems) untersucht und zeigten gute Ergebnisse in Impfstoffen gegen Influenza. LPS (Lipopolysaccharid; TLR4) wurde als Adjuvans eingesetzt; Liposome wurden zum intranasalen Transport von Newcastle's Disease (NDV) Antigenen genutzt, wodurch signifikant mehr IgA in der trachealen Flüssigkeit und Serum IgG

ausgeschüttet wurde. Im Challenge zeigte sich ein 80%er Schutz gegen virulente Erreger. Der Einsatz von Resiquimod (TLR7) als Adjuvans mit inaktiviertem NDV erhöhte den Impfschutz auf 100%. Wenn 64CpG-Plasmide (TLR21) mit inaktiviertem AIV H5N2 Impfstoff kombiniert wurde, führte dies bei Küken im Alter von zwei und vier Wochen zu einem höheren HI Titer und ergab 100% Schutz gegen virulente aviäre Influenza. Der TLR 3 Agonist (poly I:C) zeigte gute Ergebnisse gegen NDV und aviäre Reoviren. Weitere TLR Agonisten und Cytokine im Einsatz gegen NDV sind LPS, Loxoribin, CpG-ODN und ChIFN- $\alpha$ , IFN- $\gamma$  (mit einem *in ovo* Impfstoff). Immunstimulierende Adjuvantien wie LPS und TLR21 wurden mit Marek Impfstoffen, TLR 5 gegen *Salmonella enteritidis* und *Eimeria tenella* untersucht. Forschungen zum Einsatz von Cytokinen und TLRs beim Geflügel sind zwar noch in den Kinderschuhen im Vergleich zu Säugetieren, aber in den letzten Jahren wird auf diesem Gebiet intensiv gearbeitet.

## **Langsam wachsende Hähne sind für Mast mit Auslaufhaltung gut geeignet**

**E. FAUSTIN EVARIS, L. SARMIENTO FRANCO und C. SANDOVAL CASTRO**

Die im Auslauf aufgezogenen Hähne langsam wachsender Broilerlinien sind eine wertvolle Eiweißquelle mit 24,73% Protein im Brustfleisch, guter Fleischqualität mit 20% weniger Abdominalfett, 3% mehr Brustfleisch und 3% mehr Schenkelfleisch als bei Intensivhaltung im Stall. Die Oberschenkelknochen langsam wachsender Hähne mit Auslaufhaltung wiegen 16,5g und haben eine Länge von 96,7 mm und einen Durchmesser von 8,61 mm. Beim Vergleich des Fettsäureprofils als Merkmal der Fleischqualität hat das Brustfleisch von Hähnen langsam wachsender Linien mit Auslaufhaltung einen signifikant höheren Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (3,85 vs. 3,36%), einen niedrigere n6:n3 PUFA Anteil (7,8 vs. 9,22) und weniger gesättigte Fettsäuren (26,29 vs. 28,73%). Die Mast langsam wachsender Hähne mit Zugang zum Auslauf hat Vorteile für Tiere, Tierhalter, Verbraucher und Umwelt.

## **Spektroskopische Techniken zur Beurteilung von Konsumeiern und Bruteiern**

**Q. ZHAO, L. BAN, J. ZHENG, G. XU, Z. NING und L. QU**

Für die Bewertung der Qualität von Konsumeiern und embryonale Entwicklungsstadien in Bruteiern sind spektroskopische Verfahren effizienter als traditionelle, zeit- und arbeitsaufwändige Methoden. In dieser Übersicht werden neuere Entwicklungen in der spektroskopischen Analyse von Konsumeiern besprochen, einschließlich Bestimmung der chemischen Zusammensetzung. Verhältnisse Mittelwerte zu Standardabweichungen von 4,38, 2,25, 2,28; 2,31 und 3,03 wurden für Fett-, Wasser- und Proteingehalt im Dotter; Wasser- und Proteingehalt im Eiklar ermittelt. Haugh Einheiten in Tafel-Eiern wurden durch hyperspektrales Imaging mit einer Genauigkeit von 6,29 geschätzt, die Befruchtung weißschaliger Bruteier mit 93,5% Genauigkeit und das Geschlecht des Embryos. Hyperspektrales Imaging ist generell leistungsfähiger als visuelle oder nah-infrarote Reflektionsspektroskopie für die Qualitätskontrolle von Konsumeiern und Bruteiern; nah-infrarot Raman Reflexions- und Fluoreszenz-spektroskopie bieten gute Chancen für die Geschlechtsbestimmung im Brutei. In wissenschaftlichen Versuchen konnte das Geschlecht mit einer Genauigkeit über 90% nach 3,5 Tagen Bebrütung festgestellt werden, ohne die innere Schalenmembran zu verletzen. Die Bestimmung von Blutflecken und Fruchtbarkeit ist bei braunschaligen Eiern mit einer höheren Fehlerquote belastet.

## **Wenn Schmerzen mit Stress zusammentreffen: ein Blick auf Stress-induzierte Analgesia und Hyperalgesia bei Vögeln**

**B.I. BAKER, K.L. MACHIN und K. SCHWEAN-LARDNER**

Stress wirkt sich modulierend auf das Schmerzempfinden von Tieren aus, denn durch einen Stressfaktor kann der empfundene Schmerz sich verringern oder zunehmen. Diese Phänomene werden oft als Stress-induzierte Analgesia (SIA) bzw. Stress-induzierte Hyperalgesia (SIH) beschrieben. Beide werden vom selben grundlegenden Mechanismus ausgelöst, zeigen sich aber als Reaktion auf verschiedene Stressfaktoren und Schmerzleitung. SIA und SIH wurden mit einer Reihe von Stressfaktoren und Schmerzauflösern an Nagetieren, Menschen und anderen Säugetieren nachgewiesen. Es gibt Hinweise auf das Vorkommen von SIA bei Vögeln, und Vögel haben auch die für SIH notwendigen Nervensystem und Gehirnregionen. Tonische Immobilität (TI) steht im Zusammenhang mit SIA bei Säugetieren, und offenbar kann auch das Vogelhirn mit TI einen analgetischen Effekt auslösen. Es kann aber auch mit Hyperalgesie reagieren. In dieser Übersicht werden Wirkungsmechanismen und Auftreten von SIA, SIH und TI bei Säugetieren beschrieben und Hinweise für ihre Bedeutung beim Geflügel diskutiert.

## **Papel, importancia y toxicidad del arsénico en la nutrición de las aves domésticas**

**M. IIVKOV BALO, S. JAK-İY y D. LJUBOJEVI**

El arsénico (As) es un elemento altamente tóxico, incluso a concentraciones muy bajas en el agua de bebida. Su papel fisiológico en las aves domésticas está bien establecido ya que es esencial para la síntesis de metabolitos de metionina incluyendo la cisteína, a pesar de que es un elemento teratogénico y cancerígeno. Paradójicamente, estudios recientes han descubierto su valor nutricional. Las cantidades recomendadas de As en la alimentación de las aves domésticas están entre 0,012 y 0,050 mg/kg. El agua es la vía principal para la transferencia de As y la exposición de los animales a sus efectos tóxicos. Los datos disponibles sobre el impacto de la contaminación del agua en la deposición de As en los tejidos de pollo de engorde son bastante escasos. La cantidad de As fue de 0,006-0,015 mg/kg en la carne de pechuga, 0,007-0,017 mg/kg en la carne de la de pata, 0,001-0,014 mg/kg en el hígado y 0,008-0,016 mg/kg en los testes de los broilers al final de una experiencia de 42 días después de la exposición al agua potable naturalmente contaminada. La dosis tóxica de As para las aves domésticas es de entre 40 y 50 mg/kg de pienso, mientras que 40 mg/kg origina una disminución de la producción de huevos y 50 mg/kg una disminución del consumo de pienso. Los síntomas de una exposición crónica de As difieren entre individuos, poblaciones y regiones geográficas, lo que sugiere que no existe una definición universal de los síntomas relacionados con la intoxicación crónica. Por otra parte, algunos individuos pueden tolerar un alto As, es decir, unos niveles que pueden ser fatales para otros. En las aves silvestres el contenido de As fue más alto en carne de polla de agua (0,063 mg/kg), el tejido muscular de gaviota (0,058 mg/kg), en la carne de cisne (0,022 mg/kg) y en el águila cola blanca (0,022 mg/kg). En esta revisión se aborda el papel esencial y la toxicidad del As en la nutrición de las aves domésticas, con especial énfasis en su importancia como contaminante de los piensos y productos para las mismas.

## **Conservación de los recursos genéticos de la oca en Polonia: estado actual y pasado**

**J. DOBRZA-SKI, J. CALIK, J. KRAWCZYK y T. SZWACZKOWSKI**

La conservación de los recursos genéticos animales debe considerarse como uno de los principales desafíos de la reproducción actual. Cada raza de ganado es un elemento valioso de la diversidad genética animal del mundo. En las últimas décadas se han registrado reducciones considerables en el número de razas locales y sus tamaños. Esta tendencia ha originado la necesidad de implementar programas de conservación para especies de gansos en peligro de extinción. Polonia tiene una serie de razas locales de gansos que son los logros de muchas generaciones de criadores. El objetivo de esta revisión ha sido presentar el estado actual de los programas de conservación realizados para 14 razas de gansos en Polonia mediante análisis de la población y parámetros moleculares. Se ha presentado el estado de conservación de estas poblaciones, incluidos los tamaños efectivos de las mismas, el nivel hipotético de endogamia y las tendencias en los caracteres del rendimiento, así como los parámetros estimados sobre la base de marcadores genéticos. En todos los casos, el tamaño de la población era de más de 100 individuos, que es el mínimo recomendado por la FAO para las manadas de conservación. El tamaño efectivo de la población osciló entre 179 y 452, lo que afectó a un nivel de endogamia relativamente bajo del 0,1 al 0,74%. Las correlaciones estimadas entre los niveles hipotéticos de endogamia y los caracteres de reproducción fueron negativos. Los coeficientes de heterocigosidad variaron de 0,27 (raza Bilgorajska) a 0,55 (raza Garbonosa). En general, los parámetros para las razas de gansos en Polonia eran compatibles con las recomendaciones de la FAO.

## **Aplicación de aprendizaje automático en la predicción del crecimiento y salud de los pollos de engorde**

**B. MILOSEVIC, S. CIRIC, N. LALIC, V. MILANOVIC, Z. SAVIC, I. OMEROVIC, V. DOSKOVIC, S. DJORDJEVIC y L. ANDJUSIC**

La inteligencia artificial (IA) ya representa un factor para aumentar la eficiencia y la productividad en muchos sectores y es necesario ampliar su implementación en la ciencia animal. Existe una creciente demanda para el desarrollo y uso de dispositivos inteligentes a nivel de granja, lo que podría generar suficientes datos, que aumenta el potencial de la IA mediante algoritmos de aprendizaje automático y análisis en tiempo real. El aprendizaje automático (ML) es una categoría de algoritmo que permite que el software sea preciso en la predicción de resultados sin ser programado explícitamente. El principio esencial del aprendizaje automático es construir algoritmos que puedan recibir datos de entrada y utilizar el análisis estadístico para predecir una salida. La explotación de los enfoques de aprendizaje automático, mediante el uso de diferentes insumos de entrenamiento ha hecho que la precisión de la predicción del crecimiento y el peso corporal en los broilers oscilase entre el 98 y el 99%. Además, una red neuronal con una precisión del 100% identificó la presencia o ausencia de ascitis en los pollos de engorde, mientras que el modelo de la máquina de vectores de soporte (SVM) obtuvo una precisión del 99,5% en combinación con la visión artificial para el reconocimiento de pollos sanos y con problemas de gripe aviar. En consecuencia, los algoritmos de aprendizaje automático, además de la predicción precisa del crecimiento de los pollos de engorde, pueden contribuir con éxito a la predicción de trastornos de salud. Es obvio que el aprendizaje automático tiene un gran potencial de aplicación en el futuro. Este documento analiza las aplicaciones del aprendizaje automático en el crecimiento de los pollos de engorde y la predicción de la salud, y su capacidad para hacer frente a altas entradas de datos y la no linealidad puede reemplazar con éxito la metodología corriente.

## ¿Influye el agua potable magnetizada en la salud y la producción de las aves domésticas?

K. EL-SABROUT y A. EL-HANOUN

El agua representa más del 98% de todas las moléculas corporales y es necesaria para varios procesos biológicos. Se ha demostrado que la calidad del agua influye en el rendimiento de los animales. En los últimos años, el interés por la tecnología de tratamiento de agua ha aumentado, particularmente en las aves domésticas. El agua magnetizada es uno de los tratamientos que ha atraído a investigadores y seleccionadores avícolas debido a su bajo coste en comparación con los tratamientos químicos y físicos. La magnetización del agua cambia las propiedades de la misma, haciéndola más fluida, alcalina y energizada. Lamentablemente, la información detallada en la bibliografía ofrece puntos de vista opuestos sobre el efecto del agua magnetizada en el rendimiento de las aves domésticas. Sin embargo, el agua magnetizada, particularmente con alta gauss (más de 1000 gauss/mes) podría mejorar la salud (la inmunidad), el crecimiento (aproximadamente un 4% más de peso) en los broilers y mejorar algunos caracteres de la producción de las gallinas, como el grueso de la cáscara de huevo (aproximadamente un 9%). Esta revisión proporciona información detallada en la bibliografía existente sobre la influencia del agua magnetizada en la salud y la producción de las aves domésticas.

## Los receptores tipo Toll y las citoquinas como adyuvantes inmunoestimulantes en las vacunas avícolas: estado actual y tendencias futuras

S. BHADOURIYA, B.K. SHARMA, N.K. KAKKER y R. CHHABRA

Ante la reducción de la dependencia de los antibióticos en los piensos, se ha hecho mayor hincapié en el desarrollo de vacunas. Los adyuvantes desempeñan un papel importante en el perfeccionamiento de las vacunas. Aparte de los adyuvantes convencionales, otros, como las citoquinas y los receptores tipo Toll (TLR), se han evaluado experimentalmente. Por ejemplo, el Pam3CSK4 y el ácido poliinosinic-policitopolítico se utilizan como agentes inmunoestimuladores que regulan la expresión de IFN de tipo 1 contra la influenza aviar. El uso de los agonistas TLR4 (lipopolisacárido; LPS), TLR7 (Loxoribina) y TLR21 (CpG-ODN) ha mostrado buenos resultados cuando se utilizan como adyuvantes con vacuna contra la influenza aviar. El LPS (TLR4) fue utilizado como adyuvante y liposoma como sistema de administración de antígeno intranasal para el antígeno de la enfermedad de Newcastle (NDV), habiendo inducido aumentos significativos en la IgA secretaria en el líquido de lavado traqueal y los niveles séricos de IgG. En un estudio proporcionó una protección del 80% contra la exposición al virus. Cuando resiquimod (TLR7) se utilizó como adyuvante con NDV inactivado, ello potenció la respuesta protectora al 100% en vez de la que hubo del 80% en el grupo con la vacuna solamente. Cuando 64CpG-plásmidos (TLR21) fueron co-administrados con la vacuna Inactivada AIV H5N2 en las aves ello condujo a un título HI más alto a las dos y cuatro semanas de edad, proporcionando una protección del 100% contra la exposición al virus de la influenza aviar. El agonista TLR 3 (poly I:C) ha mostrado buenos resultados contra el NDV y el reovirus aviar. Otros agonistas y citoquinas TLR utilizados contra el NDV son LPS, loxoribina, CpG-ODN y ChIFN-, IFN- (con una vacuna *in ovo*). Los adyuvantes inmunoestimulantes como LPS y TLR21 aviar se han probado con la vacuna contra la enfermedad de Marek y el agonista tLR 5 ha sido utilizado contra *Salmonella enteritidis* y *Eimeria tenella*. Aunque el estudio de las citoquinas y los TLR en especies aviares todavía está en su infancia en comparación con el de los mamíferos, en los últimos años se han hecho enormes avances. En este artículo se revisan estudios recientes que implican la evaluación de adyuvantes inmunoestimuladores en las aves domésticas.

## Los pollos machos de crecimiento lento se adaptan a los sistemas de producción de aves domésticas al aire libre

E. FAUSTIN EVARIS, L. SARMIENTO FRANCO y C. SANDOVAL CASTRO

Los pollos machos de crecimiento lento se han encontrado como fuente nutricional de proteína, con el 24,73% proteína en la pechuga. Tienen una calidad de canal aceptable con al menos un 20% menos de grasa abdominal, un 3% más de rendimiento de pechuga y un 3% más de rendimiento en los muslos que las aves criadas en confinamiento. Del mismo modo, los pollos machos de crecimiento lento, criados con acceso al aire libre, tienen una buena calidad ósea, con un peso, longitud y diámetro del fémur (16,5 g, 96,7 mm y 8,61 mm, respectivamente). Teniendo en cuenta el perfil de ácidos grasos como carácter de calidad de la carne, los músculos de la pechuga de las aves de crecimiento lento criadas con acceso al aire libre en comparación con aquellos en confinamiento tienen un nivel significativamente mayor de ácidos grasos poliinsaturados (3,85 contra 3,36%), una inferior relación PUFA n6:n3 (7,8 contra 9,22) y un menor contenido de ácidos grasos saturados (26,29 contra 28,73%). Se ha confirmado que la cría de pollos macho de crecimiento lento en un sistema de producción con acceso al exterior es beneficiosa para los animales, los productores, los consumidores y el medio ambiente. Posible empleo de técnicas espectroscópicas para evaluar los huevos de consumo y para incubar. ZHAO, L. BAN, J. ZHENG, G. XU, Z. NING y L. QUAL evaluar la calidad de los huevos de consumo y las etapas de desarrollo de los óvulos embrionarios, las técnicas espectroscópicas proporcionan una mayor eficiencia que los enfoques tradicionales, lentos y laboriosos. Esta revisión resume los últimos avances en el análisis espectroscópico de los huevos de consumo, incluida la determinación de la composición química (con unas proporciones indicadas de rendimiento y unas desviaciones estándar de 4.38, 2.25, 2.28, 2.31 y 3.03 para la grasa, la humedad y la proteína de la yemas y de humedad y proteína en el albumen, respectivamente). Se obtuvo una precisión de detección de 6,29 Unidades Haugh RMSEP (raíz media del cuadrado del error de predicción) por imágenes hiperespectrales para los huevos de consumo y la detección de fertilidad (para los huevos de cáscara blanca, fertilidad se realizó con un nivel prometedor del 93,5%) y la determinación de género en los huevos para incubar. En conclusión, las imágenes hiperespectrales generalmente superan la espectroscopia de reflectancia visible o casi infrarroja al evaluar tanto los huevos de consumo como los de incubar, y la reflectancia Raman cerca del infrarrojo y la espectroscopia de fluorescencia exhiben una fuerte potencial para la determinación de género antes de la eclosión. Los científicos han alcanzado un nivel de sexaje correcto por encima del 90% a los 3,5 d de incubación en huevos sin eliminar la membrana interna de la cáscara. En la detección de manchas de sangre o huevos fértiles, el color de cáscara de huevo resultó ser un factor negativo.

## Cuando el dolor y el estrés interactúan: visión de la analgesia inducida por el estrés y la hiperalgesia en las aves

B.I. BAKER, K.L. MACHIN y K. SCHWEAN-LARDNER

El estrés puede ejercer efectos moduladores sobre la percepción del dolor en los animales ya que la exposición a un factor de estrés puede originar la reducción o amplificación de la gravedad percibida del dolor. Estos fenómenos se describen ampliamente como analgesia inducida por el estrés (SIA) e hiperalgesia inducida por el estrés (SIH). Los dos están mediados por los mismos mecanismos subyacentes, pero ocurren debido a diferentes factores estresantes y unas respuestas diferentes de la vía del dolor. Los SIA y SIH se han demostrado con una variedad de estímulos de estrés y dolor en roedores, humanos y otros mamíferos. Hay algunas pruebas de que el SIA tiene lugar en las aves y que tienen los sistemas neurológicos y las regiones cerebrales necesarias para la SIH. La inmovilidad tónica (TI) está relacionada con el SIA en los mamíferos y hay evidencia de que el cerebro aviar es compatible con la TI al tener un efecto analgésico, pero podría tener un efecto hiperalgésico. En esta revisión se examinan los mecanismos y las pruebas de SIA, SIH y TI en los mamíferos y se analizan las pruebas relativas a la aparición de estos fenómenos en las aves.