

肉鸡腹水综合征研究进展

向瑞平, 石冬梅, 李德印, 韩瑞明, 沈永恕, 李瑞兰
(郑州牧业工程高等专科学校 动物医药系, 河南 郑州 450011)

中图分类号: S858.31

文献标识码: A

文章编号: 1008-3111(2004)03-0167-06

1 研究肉鸡腹水综合征的意义

随着社会的迅速发展和人民生活水平的不断提高, 人们的食品结构正在发生巨大的变化, 已由温饱型转向享受型, 并正在朝营养保健型发展。肉蛋奶的生产是政府“菜篮子工程”的重要组成部分。我国是世界上禽肉的生产大国, 位居世界第一、二位。禽肉生产总量每年为1200多万t, 但出口仅为40多万t, 占总产量的3%。由于目前国内市场的消费日趋饱和, 能否出口应成为制约我国养禽业发展的重要因素。我国禽肉不能大份额出口远销的主要根源之一是疫病预防中的问题。加入世贸组织后, 禽肉产品的标准就必须与国际接轨, 欧盟等国家一直认为我国禽肉生产中多种病原指标超过规定标准, 1998年日本人认为中国使用了禁用的消毒剂, 而联合抵制进口中国鸡肉。目前, 国内外学者普遍认为畜禽疫病的发生主要是由于环境因素所致, 而营养是环境因素中最主要的因素, 合理而平衡的营养既可增强家禽抗病能力, 减少疾病的发生, 又可降低或杜绝禽肉产品中抗生素、霉菌毒素、有害元素及其它药物的残留等生态环境问题。我国是一个农业大国, 尤其是养禽业较发达, 已形成较大规模的产业化生产, 防疫措施已比较系统化和程序化, 然而在许多养殖场仍有疫病的大规模发生, 究其根源, 主要是由于营养代谢紊乱导致机体免疫力下降。因此, 目前阻碍养禽业发展的最大障碍之一是营养代谢病。而世界肉鸡业所面临的三大危害最严重的营养代谢病是肉鸡腹水综合征(Ascites Syndrome)、肉鸡猝死综合征(Sudden Death Syndrome, SDS)和肉鸡腿病(Leg Problem), 三者一起已成为威胁肉鸡业的世界性严重问题^[1]。

养禽业是近年来国内外畜牧业生产中发展最快

的一个行业, 而肉鸡腹水综合征是当今世界各国肉鸡业中的一大难题, 是继马立克氏病和慢性呼吸道病以后导致养禽业经济损失最严重的疾病之一, 其发生发展的中心环节是肺动脉高压^[2-3]。肉鸡腹水综合征最早见于1946年美国关于雏火鸡发生腹水综合征的报道, 60-80年代又有一系列关于北美一些地区肉鸡因腹水综合征而死亡的报道^[4-7]。在美国肉鸡腹水综合征的死亡率为2%-5%, 甚至高达10%以上, 每年因此病造成的经济损失达1亿多美元^[8]。Maxwell对世界五大洲20多个饲养肉鸡的国家进行了调查和统计分析, 认为肉鸡腹水综合征在世界范围内的发病率为4.2%, 每年约有70亿羽肉鸡遭受此病的侵害, 估计全世界因此病所造成的经济损失每年达10亿美元^[9]。从1986年起我国北京、上海、河南、江苏、山东、广东、福建、安徽、浙江、青海、西藏等十几个省市也陆续报道了本征, 其死亡率为1%-30%不等^[10-15], 损失惨重, 张克春等对江苏省如东地区的调查结果显示, 该地区每年因腹水综合征所致的经济损失近100万元^[16]。据我们对河南省新乡市的调查结果显示, 1999年冬季肉鸡腹水综合征占该市兽医门诊病例数的30%, 该市因此病所致的损失每年近100万元。若以我国有100个养鸡大县来推算, 我国养鸡业因此病造成的经济损失可达1亿元以上。但实际上我国的养鸡大县并不止这个数目。近年来本病的发生已不局限于高海拔地区和寒冷季节, 在平原地区甚至低于海平面的地区亦时常发生。

2 肉鸡腹水综合征的临床表现

肉鸡腹水综合征(ascites syndrome, AS)又称肉鸡肺动脉高压综合征(pulmonary hypertension syndrome), 主要表现出严重的腹水(100-400 mL); 右

心衰竭和肥大;肝肿大或萎缩,肝脏表面覆盖一层黄色胶冻样纤维性凝结块,有的漂浮在腹水中;肺和肾充血,有时出血;生长缓慢,体重下降,精神倦怠,鸡冠发紫,腹部下垂,有波动感,腹部皮肤暗紫色,发凉,呼吸困难,步态蹒跚,捕捉时常突然死亡等临床症状和病理变化^[10-13]。这是由于在遗传育种中片面追求高的生长速率,其机体代谢加强和对氧的需要量剧增,致使组织代谢性缺氧,引起血液红细胞压积、血液黏度、红细胞脆性和血容量增加等血液流变力学的变化^[17-18];同时引起了肉鸡体内的脂质过氧化作用增强,自由基产生增加^[19]以及血管舒张因子一氧化氮合成的减少^[20];还导致了肺小动脉持续性收缩和肺小血管肌化的血管重构现象^[21],使肺血管口径缩小,增加肺血管阻力,从而升高肺动脉压。肺动脉高压是腹水综合征的中心环节。

禽类腹水综合征常以生长快速的禽类品系多发,主要危害肉鸡、肉鸭、火鸡、蛋鸡、雉鸡、鸵鸟和观赏禽类等。最早发生于 3 日龄肉鸡,多见于 4-6 周龄肉鸡;雄性比雌性发病多且严重,寒冷季节发病率和死亡均高,高海拔地区比低海拔地区多发,不具有流行性而常呈现群发性^[11]。

3 肉鸡腹水综合征的病因研究

自 60 年代国外高海拔地区报告此病以来^[5],到 80 年代已显著增加,但对该病的病因学和病理学的研究一直到 1983-1993 年期间才开始系统深入地展开^[3, 4, 8]。究其发病原因错综复杂,涉及营养、遗传、环境、管理等多种因素^[8]。国外大多数研究结果表明,肉鸡腹水综合征是一种生产性疾病(Production Disease),是长期选育快速生长的现代肉鸡品种所致,在其代谢过程中,对氧的消耗量已经达到其心肺功能所能供氧极限的临界点,使机体极易处于氧饥饿状态^[22]。一些导致缺氧的因素如:高原缺氧、通风不良、寒冷刺激、快速生长以及性别、磷缺乏、Na 过量、Co 过量、Se 和 V_E 缺乏、呼吸道疾病、甲亢、过食、运动、环境中度热、毒物等等^[23]会增加机体对氧的需要量,往往使这类肉鸡不能适应环境中的各种应激,因此具有易感肺动脉高压、右心衰竭乃至腹水综合征的素质。

3.1 高海拔 肉鸡腹水综合征最早是在高海拔地区发现的,海拔高度是肉鸡腹水综合征发生的一个重要诱发因素,海拔越高则空气含氧量越少,肉鸡血液中血红蛋白氧合不全,红细胞携氧能力下降,红细胞数增多,血液粘度就会升高^[6, 7]。但不同品种的鸡对缺氧的应答是不同的,当空气中氧浓度在 15% 以下时,成年来航鸡红细胞仍能充分氧合,但快

速生长的肉鸡即使在低海拔地区,其动脉血的氧合水平也不高^[24]。研究表明,在低压缺氧室饲养的肉鸡几乎与高海拔地区(2000 m)饲养的肉鸡一样会出现红细胞增多症,并导致腹水综合征^[25]。

3.2 快速的生长率 在过去 30 年,因遗传育种,肉鸡的生长率和肌肉增长速度每年递增 5%^[26, 27],肌肉组织增长过多,体内代谢加速,对氧的需要量增加,而心肺供氧不足造成体内相对性缺氧,这是肉鸡腹水综合征发生的主要原因^[22]。如果通过限饲来控制肉鸡的生长速度,减缓体内代谢率,可明显地降低肉鸡腹水综合征的发病率^[28, 29];雄性肉鸡因其生长快代谢率高而腹水综合征的发病率也相应比雌性肉鸡高,环境低温和日粮添加甲状腺素均因提高了机体代谢率及对氧的需要量而显著增加了肉鸡腹水综合征的发病率^[30, 31]。

3.3 有限的肺容量 家禽的肺是固定和镶嵌于胸肋骨中,在呼吸过程中几乎不能扩张,毛细血管和毛细支气管是一个坚硬而交织的网状结构,并且肺毛细血管充盈程度高,极少有闭锁的备用毛细血管来应付血流量的增加,当需要更多的血液供应时,它们仅仅能够进行微小的扩张,家禽肺中容纳血流量的空间是有限的^[32]。肉鸡的生长率和肌肉增长了,但心、肺器官与体重的比率却越来越小^[26, 27]。遗传育种学家只注重肉鸡肌肉增加的培育,却使肌肉增长快的肉鸡有一个比野生禽类较小的肺容量(估计少 25%),因此,快速生长和肌肉增加需要对组织细胞有一个较高的供氧需求,但肉鸡氧供应仅由一个较小的肺容量来提供,由此,肺血压因禽肺不能扩张、肺损伤和循环虚脱而急剧增加^[26, 33]。当血流量增加时,血流通过肺脏受到限制,肺血管阻力增加,极易引起肺动脉高压。

3.4 颗粒饲料和高能量高蛋白饲料 采食高能量、高蛋白日粮及采食量增加如颗粒饲料会增加肉鸡腹水综合征的发病率^[34],这是因为采食量增加和高能高蛋白提高了生长速度,增加了机体对氧的需要量,促使了肉鸡腹水综合征的发生。若降低日粮的能量和采食量,如饲喂粉料时可降低肉鸡腹水综合征的发病率^[35]。

3.5 寒冷 天气寒冷使机体代谢率增加以提高产热量,造成肉鸡需氧量增加,相对性缺氧,心输出量代偿性增多;此外,寒冷还导致血液 PCV 值、红细胞数和血液黏度增加^[36],导致肺动脉高压的形成。这是在寒冷季节肉鸡腹水综合征发病率高的主要原因。

3.6 通风不良 通风不良使鸡舍内空气中二氧化碳、一氧化碳、氨气等有害气体或有毒烟尘的浓度过

高,可引起肺脏病变,妨碍气体交换,使机体处于缺氧状态,从而诱使肉鸡腹水综合征的发生。

3.7 呼吸道疾病 早期呼吸道的损伤将引起肉鸡腹水综合征。肺组织和上呼吸道黏膜的轻度损伤早在幼鸡的孵育期就开始发生,这可能是由于消毒时过度熏蒸,或预防传支时滥用喷雾,或在运输过程中雏鸡箱内的低氧应激,或孵育期通风不良等所导致。这种对呼吸道的损害症状即使不能立即表现出来,但可导致大量慢性损伤,在肉鸡生长的最快阶段组织需氧量急剧增加时,这种慢性损伤会影响氧气的运输和摄入。另一种形式是呼吸道的急性损伤,如与传染性呼吸道疾病有关的最急性型腹水。在过去几年里,一种急性呼吸道综合征已是养殖业中肉鸡损失最明显的原因之一,尤其是在冬季。但已涉及到各种呼吸道病毒(如禽大脑水肿综合征的肺病毒)。这些病毒的传染常常能引起亚临床症状,而且主要对上呼吸道具有潜在性损伤。随后,因管理和气候等因素影响的通风不良可能还会引起肺和气囊损害^[22]。然而,即使鸡舍通风良好,呼吸道和肺的损伤将影响禽类从外界环境吸入氧气的能力、引起组织缺氧,从而导致肉鸡腹水综合征的发生。如早期曲霉菌病引起机体缺氧和间质性肺炎或纤维变性,呼吸膜增厚,加重低氧血症,诱发肉鸡腹水综合征的发生^[37]。

3.8 高钠 钠离子是一种毒性离子,能导致血容量和肉鸡腹水综合征发病率的增加,日粮中添加0.14%的钠离子和饮水中添加0.24%的钠离子时,肉鸡腹水综合征的发病率为8%;饮水中添加0.5%的氯化钠,肉鸡腹水综合征的发病率达50%;当饲料中钠离子含量在0.20%以上,饮水中钠离子含量在0.12%以上时,肉鸡腹水综合征发生的可能性最大^[38, 39]。家禽摄入过多钠离子时,其血浆渗透压、尿液渗透压、离子浓度和尿液流量均受影响,其中血浆渗透压、血浆钠离子、钾离子和氯离子均有升高,肉鸡饮水中钠离子含量升高时,其血容量增加和红细胞变形能力下降^[40, 41]。我国东南沿海地区肉鸡腹水综合征的发生常与饮水高钠(浅井水中的钠离子含量竟高达 $698.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)极显著相关($r = 0.877, P < 0.01$),发病率为8.6%,个别鸡场高达18.6%,经济损失惨重^[17]。

3.9 其他 导致肉鸡腹水综合征发生的病因涉及到遗传因素、环境因素、孵化因素和营养因素等,除了上述及的原因外,其他一些因素如:低磷、肝细胞毒素、痢特灵中毒、维生素E 硒缺乏、维生素D缺乏、佝偻病、高钴、氯化铵过量、菜籽饼中毒、曲霉菌病、传染性支气管炎、应激、血液pH值等均可诱

致肉鸡腹水综合征的发生。

4 肉鸡腹水综合征的病理病机研究

快速生长的肉鸡由于体内代谢加快,导致了循环和组织相对性缺氧,红细胞和血容量增加,血液变稠,红细胞变形性降低^[17, 18],还可使血管收缩、血管内皮细胞增生、血管壁平滑肌细胞及成纤维细胞增殖,导致管壁增厚,管腔变窄,血管阻力增大,从而引起肺血管重构,产生肺动脉高压^[21, 42],进而发展为右心肥大、扩张、衰竭,后腔静脉压升高,损伤肝细胞,血浆渗漏,产生腹水^[10, 22, 43]。

快速生长的肉鸡因其代谢增强、需氧量增加而对腹水综合征极其敏感^[44],缺氧导致了红细胞增多和红细胞膜变形性下降,致使肉鸡血液粘度增加,血流阻力增大^[45]。张克春等用高钠诱发肉鸡腹水综合征,首次在国内发现了我国东南沿海地区肉鸡AS的发生与饮水中NaCl含量密切相关,结果显示:血液红细胞压积(PCV)、血容量(BV)升高,红细胞变形性下降,增加了肺循环血流阻力^[17]。乔键等用低温和高能日粮诱发肉鸡腹水综合征的研究认为,血液粘度升高不仅在腹水综合征形成过程中起重要作用,而且在其形成后的进一步发展过程中也可能起一定作用^[18]。Sturkie 研究指出,高血压火鸡心电图的Ⅱ、Ⅲ导联S波的波幅较低血压火鸡Ⅱ、Ⅲ导联S波的波幅显著增加^[46]。Owen 等将心电图用于由低压低氧仓诱发的肉鸡腹水综合征模型研究,指出Ⅱ导联的RS综合波波幅的增加与鸡的心肥大有关^[47]。孙卫东等将心电图用于高钠诱发肉鸡腹水综合征模型研究表明,腹水综合征肉鸡Ⅱ、aVB导联S波波幅的变化及平均组合向量的变化与右心全心比(RV/TV)的变化呈强相关,表明心电图作为一种无创伤性诊断法对肉鸡腹水综合征的初期阶段(肺动脉高压)的诊断具有重要意义^[48]。李锦春等利用图象分析仪对高钠所致腹水综合征肉鸡肺小动脉病理变化作定量检测结果表明:血管壁面积与血管总面积之比、中膜厚度占血管外径百分值均明显大于对照组,肺小动脉密度明显降低,由此可见,高钠诱发腹水综合征肉鸡肺小动脉发生了血管重构现象^[49]。章建梁认为:肺动脉高压用一些降压药和扩血管药效果并不佳,这可能与降压药不能有效地逆转或减缓高血压血管重构有关^[50]。王金勇等用低温和甲状腺素成功复制了肉鸡AS,并用颈静脉导管插入法直接测定肺动脉压力的变化,并用一氧化氮合酶抑制剂显著地抑制了肉鸡AS的发生,这为肉鸡腹水综合征发生的一氧化氮理论的研究打下了坚实的基础^[51]。

对肉鸡腹水综合征与自由基、一氧化氮和血管重构等发病关系的研究具有重要意义。近年来,关于肉鸡腹水综合征病理发生的研究已形成了两大学派(心脏病源学说和肺动脉高压学说)和两大理论(自由基理论和一氧化氮理论)。

5 肉鸡腹水综合征的防制研究

5.1 药物防制 由于快速生长的肉鸡处于相对缺氧状态,血液动力学及组织病理学的变化而发生腹水^[52, 53],发病率和死亡率增高,造成的经济损失严重。为此,国内外许多研究人员尝试用各种药物进行防制肉鸡腹水综合征,已报道的药物种类繁多,用途各异。首先,许多学者建议用限饲和控制其增长速度来预防此病,然而限饲的时间、后期能否代偿性增重及有何副作用等问题都未研究清楚^[54, 55],在当时市场经济条件下,这种方法比较难为生产者所接受,这就使该病长期以来一直得不到遏制,并随着肉鸡业的发展有与日俱增的趋势。1994年,国外学者在加利福尼亚、墨西哥和以色列用 20 余万羽肉鸡进行商品性田间试验,他们以含尿酶抑制剂的丝兰属植物的提取物饲喂肉鸡,结果显著地降低了肉鸡腹水综合征的死亡率(平均降低 39.5%),据称这与降低肠道中氨含量有关^[56],但其深层次的发病机理尚待进一步探讨。1995 年国外学者为有效地预防此病,从研究肺动脉高压的发生机理着手,通过应用碱化药物和应用某些加强体液排除的药物等^[57]途径来降低肺动脉高压,取得了可喜的成绩,在防制该病的道路上向前跨了一大步。以后许多学者用 0.25 mg/kg 的 β -肾上腺素阻断剂来增强心脏机能^[58],日粮添加亚麻油作为肉鸡脂源而增加红细胞膜不饱和脂肪酸数量,增加其变形性,降低粘度^[59],饲料中添加 0.015% 的速尿(Furosemide)来阻止电解质钠、钾的重吸收和舒张肺血管^[60]以及日粮添加 1% 的精氨酸来产生一氧化氮,扩张肺血管,降低肺血管阻力^[61]等,从而显著降低肉鸡腹水综合征的发病率。阿斯匹林作为前列腺素抑制剂,可扩张血管和抑制血栓形成,但添加于日粮中未发现对肉鸡腹水综合征发病率有减少作用^[62]。Wideman 用氧疗法预防肉鸡 AS,显著降低了 AS 的发病率^[63],并用结扎肉鸡肺静脉的方法成功地复制了肉鸡 AS^[64]。王金勇在肉鸡日粮中添加一氧化氮前体物质 L-精氨酸已显著降低了肉鸡腹水综合征的发病率^[65]。

以上这些药物防制研究为肉鸡腹水综合征的研究打下了坚实的基础。其它一些药物如抗氧化剂、血管和支气管扩张剂、强心剂、辅酶 Q 及中草药等都待于进一步研究和探讨。

5.2 综合管理 引起肉鸡腹水综合征发生的因素是比较复杂的,药物防制的效果往往因药物的种类、季节、地区、品种、日龄、饲料和环境等不同而表现出较大的差异,因此,降低肉鸡腹水综合征的发生关键在于预防,应从管理、饲料、遗传等方面入手,采取综合性措施。

5.2.1 品种的选择 在同一饲养管理条件下,各种品种肉鸡对腹水综合征的敏感性是不一样的,其发病率和死亡率也不一样。肉鸡中肯定有某种易感腹水综合征的遗传特性存在,尽可能选育抗肉鸡腹水综合征的品种是有益的,但对这种易感遗传特性的控制与根除绝不是轻而易举的事情。

5.2.2 种鸡开产年龄 大约在 28 周龄左右的种鸡所产种蛋孵化出的肉仔鸡对腹水综合征有较高的敏感性,因为这些雏鸡在 1 日龄时的个体与内脏器官比其它肉鸡的要小,但其生长率却较快,腹水综合征的发病率就高^[66]。在田间生产条件下,对这样的肉仔鸡进行隔离饲养是一种有效的防制措施。

5.2.3 传染性支气管炎的预防 传支病毒具高度传染性,潜伏期短,主要侵害的器官为气管、肺和肾脏,雄性鸡易感,即使弱毒疫苗也会侵害这些器官,免疫注射反应在冬季更剧烈,尤其是鸡舍环境温度过低,易使肉鸡发生腹水综合征。因此,减少传支致病性的一些预防措施,同样对减少肉鸡腹水综合征的发病率有效。

5.2.4 通风 在孵化器里保持适当的通风以提供一定的氧气,可使肉鸡腹水综合征发病率降低,这对老龄母鸡产的蛋尤其重要,因这些蛋对氧的需要量较高^[66]。同样,饲养鸡舍保持一定的通风,也能减少肉鸡腹水综合征的发生。

5.2.5 慢速降室温 育雏期的肉仔鸡,其鸡舍温度从高温降到常温,应有一个较慢的降温过程,以给肉仔鸡有一个适应期,这对预防肉鸡腹水综合征有良好的效果。

5.2.6 雌雄分离 在饲养中,应将雄性和雌性肉仔鸡分隔开饲养,以便满足其不同的代谢和能量的需要。一般雄性肉鸡代谢和生长较快,应饲喂不同能量的饲料,这有助于防制肉鸡腹水综合征的发生。

5.2.7 饲喂低蛋白和低能量的饲料 在 14 日龄前,饲喂低蛋白和低能量的饲料,可以使生长期的肉鸡对氧的需要量减少^[66],从而达到防制肉鸡腹水综合征的目的。

5.2.8 防止钠过量 在生产实践中常用电解质来治疗肾型传支,或抗应激,如果钠离子过量,将大大增加生长快速的肉鸡对腹水综合征的敏感性,因钠离子能增加血容量,继而增加血压^[41]。因此,在生

产实践中应用电解质或添加钠盐时应该十分当心。此外,在我国东南沿海地区,应当用河水或深井水来替代含钠离子浓度高的浅井水,可明显缓解和改善肉鸡腹水综合征的发病情况^[16]。

5.2.9 保温 在寒冷的季节如冬季,肉鸡腹水综合征发病率升高;大量研究表明,即使在短期低温环境下亦能导致肉鸡腹水综合征发病率增加。因此,在孵化房,或运输途中,或育雏室等地方特别注意维持适当的温度,以防肉鸡腹水综合征的发生。

5.2.10 其他 综合措施是多种的,除上述预防方法外,还有其它一些手段可以利用,如限饲、限光照、适量氨基酸的添加、改良饲料配方等方法,可早期限制其生长率和代谢率,后期代偿性增重,并可降低肉鸡腹水综合征的发病率。但具体的方法、步骤、时间、剂量和配方组成等有待进一步探讨。

参考文献

- [1] Elbert J D. Future research need focus on new old problem[J]. *Feedstuff*, 1990, 23(7):12-15.
- [2] Swire P W. Ascites in broiler[J]. *Vet Rec*, 1980, 107: 540.
- [3] Huchzermeye F W, De Ruych A M C. Pulmonary hypertension syndrome associated with ascites in broilers[J]. *Vet Rec*, 1986, 119: 94.
- [4] Anonymous. Upsurge of ascites in broilers[J]. *Vet Rec*, 1985, 116: 559.
- [5] Buys S B, Barnes P. Ascites in broilers[J]. *Vet Rec*, 1981, 108:266.
- [6] Cueva S, Sillan H, Valenzula A, et al. High altitude induced pulmonary hypertension and right heart failure in broiler chickens[J]. *Rec Vet Sci*, 1974, 16:370-374.
- [7] Hall S A, Machicao N. Myocarditis in broiler chickens reared at high altitude[J]. *Avian dis*, 1968, 12: 75-84.
- [8] Odom, T W. Ascites syndrome: Overview and update [J]. *Poult Dig*, 1993, 50:14-22.
- [9] Maxwell M H, Robertson G W. World broiler ascites survey 1996[J]. *Poultry International*, 1997, 36(4):16-22.
- [10] 王小龙. 肉鸡腹水和右心衰竭症[J]. *畜牧与兽医*, 1993, 25(1):38-40.
- [11] 石发庆. 肉鸡腹水症的研究进展[J]. *中国兽医杂志*, 1993, (8):46-48.
- [12] 向瑞平. 中草药防治肉鸡腹水综合征的疗效观察[J]. *中兽医医药杂志*, 1998, 89(2):11-12.
- [13] 黎翠亭,徐向明. 如东县肉鸡腹水和右心衰竭症的调查研究初报[J]. *畜牧与兽医*, 1995, (2):58-60.
- [14] 唐云兵. 肉鸡腹水症的诊断报告[J]. *养禽与禽病防治*, 1991, 55(3):10.
- [15] 苏瑛. 肉鸡腹水症的综合防治[J]. *中国家禽*, 1994, (3): 11-12.
- [16] 张克春,王小龙,张慎行,等. 肉鸡腹水综合征病因学调查[J]. *中国兽医科技*, 1996, 26 (8):14-16.
- [17] 张克春,王小龙,孙卫东,等. 高钠所致肉鸡腹水综合征发病机理的研究[J]. *南京农业大学学报*, 1998, 21 (4):92-97.
- [18] 乔健,李树春,李连海,等. 血液粘度升高在肉鸡腹水综合征发生发展中的作用[J]. *畜牧兽医学报*, 1998, 29(4):361-364.
- [19] Katusic Z S, Schugel J, Cosention F, et al. Endothelium - dependent contraction to oxygen - derived free radicals in the canine basilar artery[J]. *Am J Physiology*, 1993, 264(33): H859-H864.
- [20] Wang G R, Zhu Y, Halushka P V, et al. Mechanism of platelet inhibition by nitric oxide: in vivo phosphorylation of thromboxane receptor by cyclic GMP - dependent protein kinase[J]. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 1998, 95:4888-4893.
- [21] 李锦春,王小龙,孙卫东,向瑞平. 肉鸡肺动脉高压综合征自然病例肺细小动脉病理改变的图象分析[J]. *中国兽医学报*, 1999, 19(5):479-482.
- [22] Julian R J. Ascites in Poultry[J]. *Avian Pathology*, 1993, 22:419-454
- [23] 李锦春,王小龙. 肉鸡肺动脉高压综合征研究进展[J]. *中国兽医杂志*, 1998, 24(2):44-46.
- [24] Julian R J, Mirsalimi S M. Blood oxygen concentration of fast - growing and slow - growing broiler chickens, and chickens with ascites from right ventricular failure [J]. *Avian Dis*, 1992, 36(3): 730-732.
- [25] Julian R J, Squires E J. Haematopoietic and right ventricular response to intermittent hypobaric hypoxia in meat - type chickens[J]. *Avian Pathol*, 1994, 23(3): 539-545.
- [26] Julian R J. Lung volume of meat - type chickens[J]. *Avian Disease*, 1989, 33:174-176.
- [27] Julian R J. The influence of genetic on right heart failure and ascites in poultry caused by the pulmonary hypertension syndrome[J]. *Proceeding National Breeders Roundtable*, 1990, May: 14-19.
- [28] Acar N, Sizemore, F G, Leach G R, et al. Growth of broiler chickens in response to feed restriction regimes to refuse ascites[J]. *Poultry Sci*, 1995, 74: 833-843.
- [29] Arce J, Berger M, Coello C L. Control of ascites syndrome by feed restriction techniques[J]. *J Appl Poultry Res*, 1992, 1: 1-5.
- [30] Decuypere E, Vega C, Bartha T. Increased sensitivity to triiodothyronine (T3) of broiler lines with a high susceptibility for ascites[J]. *British Poultry Science*, 1994, 35: 287-297.

- [31] Wideman R F Jr, Kirby Y K, Ismail M, et al. Supplemental L - arginine attenuates pulmonary hypertension syndrome (ascites) in broilers [J]. Poultry Science, 1995, 74:323 - 330.
- [32] Julian R J. Ascites in poultry (review article) [J]. Avian Pathology, 1993, 22:419 - 454.
- [33] Havenstein G B, Ferket P R, Scheideler S E, et al. Carcass composition and yield of 1991 vs 1957 broilers when fed typical 1957 and 1991 broiler diets[J]. Poult Sci, 1994, 73: 1795 - 1804.
- [34] Julian T J, Frazier J A, Gorge M. The effect of cold and dietary energy on right ventricular hypertrophy, right ventricular failure and ascites in meat - type chickens[J]. Avian Pathology, 1989, 18: 678 - 684.
- [35] Sahlosberg A, Zadikov I, Bendhem U, et al. The effects of poor ventilation, low temperatures, type of feed and sex of bird on the development of ascites in broilers. Physico - pathological factors[J]. Avian Pathol, 1992, 21(3):369 - 382.
- [36] Moye R J, Washburn K W, Huston T M. Effects of environmental temperature on erythrocyte numbers and size[J]. Poultry Science, 1969, 48: 1683 - 1686.
- [37] Julian R J, Gorgo M. Pulmonary aspergillosis causing right ventricular failure and ascites in meat - type chicken[J]. Avian Pathology, 1990, 19: 643 - 654.
- [38] Julian R J. The effect of increased sodium in the drinking water on right ventricular failure and ascites in broiler chickens[J]. Avian Pathology, 1987, 17:11 - 21.
- [39] Scrivner L H. Experimental edema and ascites in poult [J]. Journal of the American Veterinary Medical Association, 1946, 108:27 - 32.
- [40] Ruch F E, Hughes M R. The effect of hypertonic sodium chloride injection on body water distribution in ducks (*Anas platyrhynchos*), gulls (*Larus glaucescens*) and roosters (*Gallus domesticus*) [J]. Comparative Biochemistry and Physiology, 1975, 52A:21 - 28.
- [41] Mirsalimi S M, O'Brien P J, Julian R J. Changes in erythrocyte deformability in NaCl - induced right - sided cardiac failure in broiler chickens[J]. American Journal of Veterinary Research, 1992, 53:2359 - 2363.
- [42] 程显声. 肺动脉高压进展与问题[J]. 中华结核与呼吸杂志, 1990, 13(5):259 - 260.
- [43] Maxwell M H, Robertson G W, Spence G W. Studies on ascites syndrome in young broilers. Haematology and Pathology[J]. Avian Pathology, 1986, 15:511 - 524.
- [44] Huchzermeyer F W, DeRuyck A M C. Pulmonary hypertension syndrome associated with ascites in broilers [J]. Veterinary Record, 1986, 119:94.
- [45] Mirsalimi S M, Julian R J. Reduced erythrocyte deformability as a possible contributing factor to pulmonary hypertension and ascites in broiler chickens[J]. Avian Diseases, 1991, 35:374 - 379.
- [46] Sturkie P D. Avian Physiology: 2nd edition[M]. New York: Cornell University Press, 1965.
- [47] Owen R L, Wideman R F, Hatrel A L, et al. Use of a hypobaric chamber as a model system for investigating ascites in broilers[J]. Avian Dis, 1990, 34:754 - 758.
- [48] 孙卫东, 王小龙, 张克春, 等. 高钠所致肉用雏鸡肺动脉高压模型的心电图学研究[J]. 畜牧兽医学报, 1999, (2):33 - 36.
- [49] 李锦春, 王小龙, 孙卫东, 等. 高钠所致肺动脉高压肉鸡肺细小动脉病理改变的图象分析[J]. 畜牧兽医学报, 2000, 31(5):441 - 447.
- [50] 章建梁, 杨向群. 高血压血管重构[J]. 国外医学心血管病分册, 1997, (1):26 - 29.
- [51] 王金勇, 王小龙, 向瑞平, 等. 日粮中添加 L - NAME 对肉鸡腹水综合征发生的影响及其机理[J]. 中国兽医学报, 2001, 21(6):603 - 605.
- [52] Huchzermeyer F W, DeRuyck A M C. Pulmonary hypertension syndrome associated with ascites in broilers [J]. Veterinary Record, 1986, 119:94.
- [53] Mirsalimi S M, Julian R J. Reduced erythrocyte deformability as a possible contributing factor to pulmonary hypertension and ascites in broiler chickens[J]. Avian Diseases, 1991, 35:374 - 379.
- [54] Arce J, Berger M, Coello C L. Control of ascites syndrome by feed restriction techniques[J]. J Appl Poultry Res, 1992, 1: 1 - 5.
- [55] Ballay M, Dunnington E A, Gross W B, et al. Restricted feeding and broiler performance: Age at initiation and length of restriction[J]. Poultry Sci, 1992, 71: 440 - 447.
- [56] Vanhooser S L, Beker A, Teeter R G. Bronchodilator, oxygen level and temperature effects on ascites incidence in broiler chickens [J]. Poultry Science, 1995, 74: 1586 - 1590.
- [57] 李晓瑜. 日粮酸碱平衡也许与猝死综合征和腹水症有关[J]. 国外畜牧科技, 1996, 23(4):32 - 35.
- [58] Ocampo L, Cortez U, Sumano H, et al. Use of low doses of clenbuterol to reduce incidence of ascites syndrome in broilers[J]. Poult Sci, 1998, 77 (9): 1297 - 1299.
- [59] Bond J M, Julian R J, Squires E J. Effect of dietary flax oil and hypobaric hypoxia on right ventricular hypertrophy and ascites in broiler chickens [J]. British Poult Sci, 1996, 37 (4): 731 - 741.
- [60] Wideman R F Jr, Ismail M, Kirby Y K, et al. Furosemide reduces the incidence of pulmonary hypertension syndrome (ascites) in broilers exposed to cool environmental temperature: [J]. British Poultry Science, 1994, 35: 663 - 667. (下转第 178 页)

3 食品包装膜

将壳聚糖与淀粉、水混合均匀制成薄膜,干燥,碱溶液处理,可制成壳聚糖-淀粉合成包装膜,此膜可食、无毒、耐油、抗张强度高、不溶于冷水与热水,可用于包装固体、半固体和液体食品^[4,6]。

4 食品抗氧化剂

由于肉类食品中含有高度不饱和脂肪酸,其很容易被氧化而使肉类食品腐败变质。因此常常需要在这类食品中加入抗氧化剂以便保存。甲壳素作为新型的抗氧化剂近年来取得了不少进展。关于抗氧化的机理,目前主要认为甲壳素及其衍生物能与肉类食品在加热处理时从肉的血红蛋白中释放的铁离子形成螯合物,从而抑制铁离子的催化活性,起到抗氧化的作用^[7]。

5 饮料澄清剂

壳聚糖能用作果汁、糖蜜、食醋、酒类等的澄清剂,特别是澄清果汁,近年来研究较多。果汁中含有大量带负电荷的果胶、纤维素、鞣质和多聚戊糖等物质,在存放期间会使果汁浑浊。当壳聚糖的正电荷和上述负电荷物质吸附絮凝后,经处理后的澄清果汁是一个稳定的热力学体系,所以能长期存放,不产生浑浊^[7]。

6 食品废水处理

随着食品工业的迅猛发展,随之而来产生大量的废物和废水,例如蛋白质、淀粉、味精、酿酒等生产部门每年排放的废水就达亿吨以上,这些废水如不经处理直接排放,会严重污染环境,危害人民健康。另一方面,这些废水中又含有大量蛋白质、脂肪酸等有用物质,因此,在进行废水处理时,如何将这

些废水废弃物加以利用,成为当前研究的热门。壳聚糖是自然界唯一一种带正电荷的高分子聚合物,无毒无味,可生物降解,不会造成二次污染,是一种优良的絮凝剂。目前,其作为絮凝剂已在食品工业中获得应用。其作为絮凝剂主要有两种用途:一是作为加工助剂,使固液分离,从浓缩的液体产品中除去悬浮的固体微粒,增加透明度,提高产品质量;或者从溶液中分离出悬浮的固体产品的微粒,提高固体产品的收率。二是作为絮凝剂处理食品加工厂的废水,回收蛋白质,作为动物饲料,减少污染。

7 结束语

甲壳素和壳聚糖及其衍生物作为一种资源丰富、性能优良的天然高分子化合物,在食品工业中表现出良好的应用效果。因此,很有必要对其进行更深入、更全面、更系统地研究,以便开发出更新、更多的用途。

参考文献

- [1] 董炎明,阮永红,丘蔚碧,等.甲壳素和壳聚糖及其衍生物在食品工业中的应用[J].食品科技,2000(5):28-31.
- [2] 周友亚.甲壳素和壳聚糖及其衍生物的开发与应用进展[J].河北师范大学学报,2002,26(2):175-176.
- [3] 曾嘉,郑连英,余世清.甲壳素及其衍生物在食品工业中的应用新进展[J].食品工业科技,2002,23(3):72-74.
- [4] 孙华林.壳聚糖在食品工业中应用前景广阔[J].化工中间体,2002,(2):33-34.
- [5] 徐凌,于志清,张立今,等.甲壳素和壳聚糖在果品贮藏保鲜和加工中的应用[J].北方果树,2002,(3):4.
- [6] 徐鑫,王静.甲壳质和壳聚糖的开发及应用[J].哈尔滨工业大学学报,2002,34(1):95-101.
- [7] 刘永,周家华,王保全.国外壳聚糖在食品工业中的应用进展[J].粮油加工与食品机械,2002(4):28-29.

(上接第 172 页)

- [61] Ruiz-Feria C A, Kidd M T, Widemand R F Jr. Plasma levels of arginine, ornithine, and urea and growth performance of broilers fed supplemental L-arginine during cool temperature exposure[1]. Poultry Sci, 2001, 80(3):358-369.
- [62] Balog J M, Juff G R, Rath N C, et al. Effect of dietary aspirin on ascites in broilers raised in a hypobaric chamber[J]. Poultry Sci, 2000, 79(8):1101-1105.
- [63] Wideman R F, Tackett C D. Cardio-pulmonary function in broilers reared at warm or cool temperatures: Effect of acute inhalation of 100% oxygen[J]. Poultry Science, 2000, 79:257-264.
- [64] Wideman R F, Kirby Y K. Cardio-pulmonary function during acute unilateral occlusion of the pulmonary artery in broilers fed diets containing normal or high levels of arginine-HCL[J]. Poultry Science, 1996, 75:1587-1602.
- [65] 王金勇,王小龙,向瑞平,等.L-精氨酸对肉鸡肺动脉压和腹水综合征发生的影响[J].南京农业大学学报,2001,24(2):98-101.
- [66] Richard J W, Currie M. Review of ascites in poultry: recent investigation[J]. Avian Pathology, 1999, 28:313-326.