

鶏舎LED光線管理技術の開発

研究期間：2014～2019年

研究背景・目的

昼行性の動物であるニワトリは照明が点灯していない時間帯（暗期）には飼料を摂取できない。また、暗期の導入には、不慮の事故、例えば、消灯中の突然の環境変化（騒音、地震、雷あるいは野生動物や自動車の通行等）に驚いたブロイラーが逃げ場を求めて積み重なることによって起こる圧死を引き起こす等の懸念がある。それ故、鶏肉生産用のニワトリ（ブロイラー）は、照明がほぼ終日点灯している条件下で飼育されている。しかしながら、一定時間の暗期の導入は、十分な休息時間の確保や脚力の向上に必要であるとされていること、および終日点灯条件下のブロイラーにおいては概日リズムが形成されないことが知られているが、ヒトにおいては、明暗サイクルによって形成される概日リズムが健康維持に重要であることが明らかにされていることから、終日点灯条件下での飼育には懸念材料も多い。ここで、青色照明の終日点灯は、ブロイラーの体重を増加させることが報告されているが、終日点灯条件下における照明色の定期的な切り替えがブロイラーの概日リズムに及ぼす影響は調べられていない。そこで本研究では、飼料摂取量の減少や不慮の事故を起こすことなく、ブロイラーの健康維持と産肉量増加に貢献できる光線管理方法を開発する目的で、白と青の照明色の12時間毎の切り替えが、ブロイラーの摂食量と概日リズムに及ぼす影響を調べた。

実験概要

1日齢のブロイラー雄ヒナを3群に分け、終日白色照明点灯（白白群）、12時間白色照明点灯12時間消灯（白黒群）あるいは12時間白色照明点灯12時間青色照明点灯（白青群）の何れかの条件下で飼育し、6日齢から24時間に渡り、摂食量を測定すると共に、間脳、肝臓および大腿二頭筋における時計遺伝子（*Bmal1*）のmRNA量の経時変化を調べた。

結果と考察

白白群と白青群のブロイラーは、終日に渡り、飼料を摂取していた。一方、白黒群は、白色照明点灯時間にその他の群の約2倍の飼料を摂取し、照明消灯時には飼料を摂取しなかった。また、白青群と白黒群においては、白白群とは異なり、間脳、肝臓および大腿二頭筋において、同様の時計遺伝子発現の概日リズムが認められた（図1参照）。これらの結果から、白色と青色の照明を定期的に切り替えることで、十分な飼料摂取時間の確保と概日リズムの維持が両立できることが示唆された。

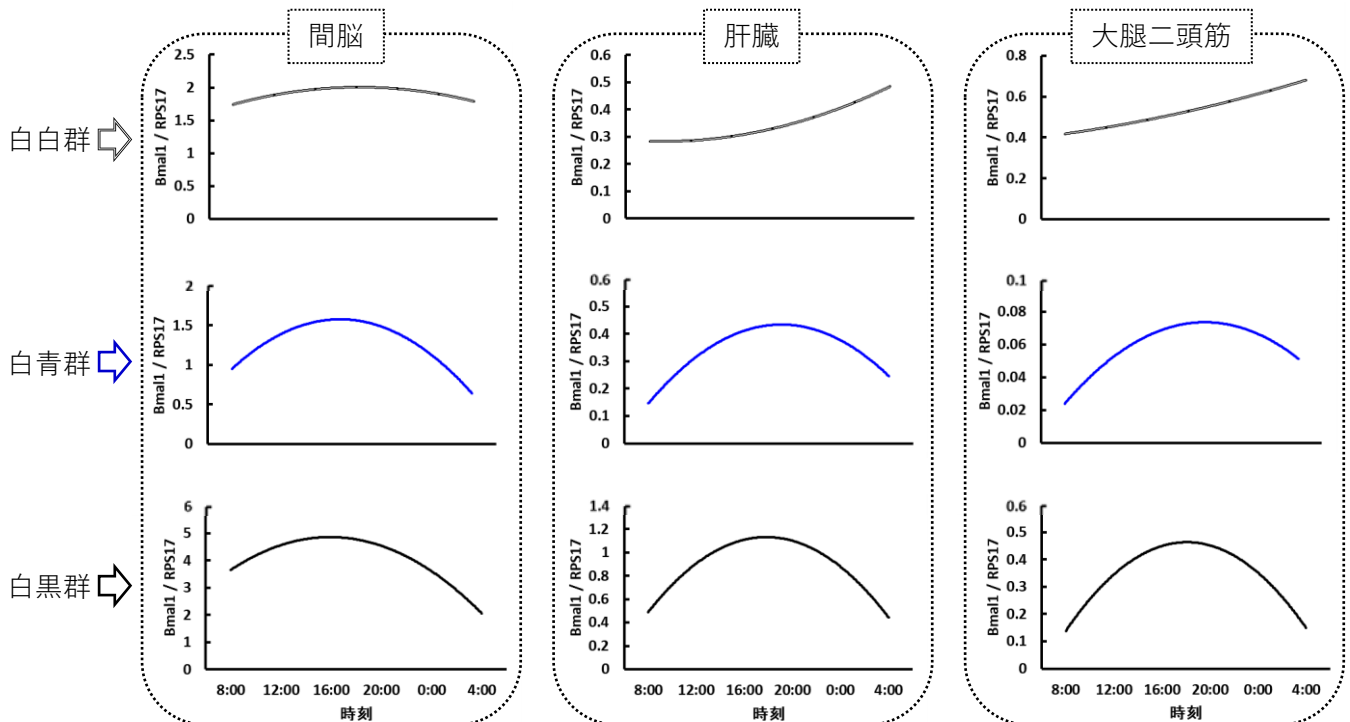


図1. 照明色の定期的な切り替えがブロイラーの間脳、肝臓および大腿二頭筋における時計遺伝子*Bmal1*のmRNA量の概日リズムに及ぼす影響

発表論文

1. Honda K, Kondo M, Hiramoto D, Saneyasu T, Kamisoyama H. Effects of continuous white light and 12 h white-12 h blue light-cycles on the expression of clock genes in diencephalon, liver, and skeletal muscle in chicks. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 207: 73-78, 2017.
2. 平本大地, 本田和久, 近藤真, 實安隆興, 上曾山博. 夜間における青色照明の点灯がブロイラーの行動, 時計遺伝子発現, 及び視床下部-下垂体-副腎皮質軸に及ぼす影響. *日本家禽学会誌*, 54: J37-43, 2017.

学会発表

1. 近藤真, 平本大地, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 青色発光ダイオード照明がニワトリヒナの骨格筋形成或いはタンパク質代謝関連遺伝子の発現に及ぼす影響. 日本畜産学会第120回大会, 2015.
2. 近藤真, 平本大地, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 発光ダイオード照明の点灯時間の違いがブロイラーの成長に及ぼす影響. 日本家禽学会2015年度秋季大会, 2015.
3. 近藤真, 平本大地, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 青色照明がニワトリの時計遺伝子の発現に及ぼす影響. 日本家禽学会2016年度秋季大会, 2016.
4. 平本大地, 近藤真, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 青色照明がブロイラーの肝臓及び骨格筋における時計遺伝子の発現に及ぼす影響. 第66回関西畜産学会大会, 2016.
5. 本田和久, 平本大地, 近藤真, 實安隆興, 上曾山博. 青色照明の半日点灯がブロイラーの摂食量及び間脳・肝臓・骨格筋における種々の遺伝子発現に及ぼす影響. 日本畜産学会第126回大会, 2019.

その他発表

1. 本田和久. ブロイラー生産における飼育環境制御: 照明色がブロイラー生産に及ぼす影響. *アグリバイオ*, 2巻: 7月号, 645-649, 2018.
2. 本田和久. 肉用鶏の生産性を高める鶏舎LED光線管理システムの開発. 日本家禽学会2016年度春季大会ランチョンセミナー, 2015.
3. 本田和久. 肉用鶏の生産者収益を向上させる革新的鶏舎LED光線管理技術の実証. *アグリビジネス創出フェア2014*, 2014.

共同研究先

日本フネン株式会社, 株式会社イシイ, 株式会社イシイフーズ, 徳島県立農林水産総合技術支援センター

研究費

農研機構生研センター, 攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業「肉用鶏生産者収益を向上させる革新的鶏舎LED光線管理技術の実証」2014年～2015年度

糖・脂質代謝を改善する食品素材の開発

研究期間：2008～2019年

研究背景・目的

我が国においては、肥満が引き金となる生活習慣病の予防が重要な課題となっているが、未だ有効な手段は見出されていない。例えば、平成17年から26年にかけて、中性脂肪・体脂肪の改善を目的とした特定保健用食品は約100品目増加したものの、同期間における我が国の肥満者の割合は、男性は約30%、女性は約20%で推移しており、肥満者の割合に低下する傾向は見られない。それ故、我が国における肥満の改善には、より効果的で多様な抗肥満食品の開発が必要であると考えられる。ところで、肥満の改善には、食生活に加え、運動を含む生活習慣の改善も併せて行うことが効果的であるとされている。本研究では、新しい抗肥満食品素材を開発するための一環として、種々の食品素材（食餌脂肪の吸収抑制に基づき腹部脂肪組織重量を減少させる酵素合成グリコーゲン、鉄分補給用の機能性食品素材として知られるヘム鉄、および種々の脂質代謝改善因子が含まれる可能性が報告されている小豆）の給与と運動の併用が、高脂肪食マウスの腹部脂肪蓄積と脂質代謝に及ぼす影響と、小豆の主要成分である小豆タンパク質の給与が高脂肪食マウスの糖・脂質代謝に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

マウスに種々の食品素材（酵素合成グリコーゲン、ヘム鉄および煮小豆粉末）を含む標準食あるいは高脂肪食を給与し、各試験食を給与したマウスの半数に、トレッドミルを用いて運動を4週間負荷（右図参照）し、体重、腹部脂肪組織重量、血中成分および種々の臓器・組織における栄養代謝関連遺伝子のmRNA量に及ぼす影響を調べた。また、煮小豆粉末については、精製した小豆タンパク質の給与が、高脂肪食マウスの腹部脂肪蓄積、血中成分、および種々の臓器・組織における糖・脂質代謝関連遺伝子のmRNA量に及ぼす影響についても調べた。



結果と考察

◆酵素合成グリコーゲン

酵素合成グリコーゲンの給与は、腹部脂肪組織重量を減少させ、運動はその効果を更に高めた。しかしながら、骨格筋（腓腹筋）における脂肪分解関連遺伝子（*PPAR δ* および*ATGL*）のmRNA量は酵素合成グリコーゲンの給与によりむしろ減少した。これらの結果から、酵素合成グリコーゲンの腹部脂肪蓄積抑制効果は運動との併用により更に高められること、およびその効果は脂肪分解の促進によるものではないことが示唆された。

◆ヘム鉄

ヘム鉄の給与は、腹部脂肪組織重量を減少させる傾向を示し、運動はその効果を更に高めた。しかしながら、肝臓の脂肪酸酸化関連遺伝子（*PPAR α* 、*CPT1A*および*ACO*）のmRNA量はむしろ減少した。これらの結果から、鉄分補給用の機能性素材として広く知られるヘム鉄は、抗肥満用の食品素材としても利用できる可能性、その効果は運動との併用により更に高められること、およびその効果は脂肪酸酸化の促進によるものではないことが示唆された。

◆小豆

煮小豆粉末の給与は腹部脂肪組織重量を減少させたが、その効果は運動負荷の影響を受けなかった。また、小豆タンパク質の給与は、腹部脂肪組織重量を減少させる傾向を示し、血中グルコース濃度の低下と、肝臓のグリコーゲン合成酵素遺伝子（*GS2*）のmRNA量の増加を誘導した。これらの結果から、小豆およびそのタンパク質は、抗肥満あるいは糖代謝改善用の食品素材として利用できる可能性が示された。

以上、本研究の結果から、メカニズムの異なる抗肥満素材である酵素合成グリコーゲン、ヘム鉄、および小豆の運動との併用効果と、新たな糖代謝改善素材としての小豆タンパク質の効果が示された。今後、その詳細な機構解明とその発展が、我が国の肥満者の割合や糖尿病治療費の削減に貢献することが期待される。

発表論文

1. Furuyashiki T, Ogawa R, Nakayama Y, Honda H, Kamisoyama H, Takata H, Kamasaka H, Yasuda M, Kuriki T, Ashida H. Effects of enzymatically synthesized glycogen on lipid metabolism in diet induced obese mice. *Food Science and Technology Research*, 24: 119-127, 2018.
2. Tamura S, Honda K, Morinaga R, Saneyasu T, Kamisoyama H. Effects of enzymatically synthesized glycogen and exercise on abdominal fat accumulation in high-fat diet-fed mice. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 63: 406-411, 2017.
3. Katsumura M, Takagi S, Oya H, Tamura S, Saneyasu T, Honda K, Kamisoyama H. Effects of dietary heme iron and exercise training on abdominal fat accumulation and lipid metabolism in high-fat diet-fed mice. *Animal Science Journal*, 88: 1100-1106, 2017.
4. Furuyashiki T, Ogawa R, Nakayama Y, Honda K, Kamisoyama H, Takata H, Yasuda M, Kuriki T, Ashida H. Enzymatically synthesized glycogen reduces lipid accumulation in diet-induced obese rats. *Nutrition Research*, 33: 743-752, 2013.

学会発表

1. 田村翔平, 森永涼司, 安原亜希, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 酵素合成グリコーゲンの給与はマウスの盲腸におけるグルカゴン様ペプチド-1の遺伝子発現を促進する. 第56回日本栄養・食糧学会近畿支部大会, 2017.
2. 田村翔平, 森永涼司, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 酵素合成グリコーゲンが脂肪負荷マウスの血中トリグリセリド濃度及び高脂肪食給与マウスの腸内細菌叢に及ぼす影響. 第71回日本栄養・食料学会大会, 2017.
3. 森永涼司, 田村翔平, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 小豆給与と運動の負荷が高脂肪食給与マウスの腹部脂肪蓄積に及ぼす影響. 第56回日本栄養・食糧学会近畿支部大会, 2017.
4. 勝村仁智, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 水溶性ヘム鉄の給与と運動の負荷が高脂肪食給与マウスの脂肪組織におけるトリグリセリド代謝及び炎症関連遺伝子の発現に及ぼす影響. 第54回日本栄養・食糧学会近畿支部大会, 2015.
5. 田村翔平, 勝村仁智, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 酵素合成グリコーゲンの給与と運動の負荷が高脂肪食給与マウスに及ぼす影響. 第54回日本栄養・食糧学会近畿支部大会, 2015.
6. 本田和久, 小川瑠衣, 古屋敷隆, 高田洋樹, 保田倫子, 上曾山博, 芦田均. 酵素合成グリコーゲンの給与が高脂肪食肥満マウスの種々の臓器・組織における遺伝子発現に及ぼす影響. 第54回日本栄養・食糧学会近畿支部大会, 2015.
7. 勝村仁智, 實安隆興, 本田和久, 上曾山博. 水溶性ヘム鉄の給与と運動の負荷が高脂肪食給与マウスに及ぼす影響. 平成27年度(第65回)関西畜産学会大会, 2015.

研究費

文部科学省科学技術振興調整費, 先端融合領域イノベーション創出拠点の形成, バイオプロダクション次世代農工連携. 2009-2019.

飯島藤十郎記念食品科学振興財団平成29年度学術研究助成金, 小豆に含まれる抗肥満因子の同定. 2017.

財団法人日本豆類基金協会豆類振興事業助成金, あずき給与と運動の併用による抗肥満効果の検証. 2016.

伊藤記念財団平成26年度研究助成, 豚血液由来食品素材の給与が脂質代謝に及ぼす影響. 2014.

伊藤記念財団平成25年度研究助成, 豚血液由来抗肥満素材による内臓脂肪蓄積抑制機構の解明. 2013.

ニワトリの食欲調節機構の解明

研究期間: 2007~2019年

研究背景・目的

鶏肉生産用に改良されたニワトリ（ブロイラー）は、食欲旺盛で極めて成長が速い。そして、その成長には孵化直後の十分な摂食が必要であるとされているが、その一方で、1週齢以降も続く旺盛な食欲は、種々の代謝異常を引き起こす内臓脂肪の過剰蓄積を引き起こす原因となることから、1週齢以降は摂食量をやや減少させることが望ましい。また、ブロイラーの種鶏も同様に旺盛な食欲を示すが、種鶏における体脂肪の増加は生殖能力の低下に繋がることから、一般に、ブロイラー種鶏においては多大なストレスとなる制限給餌が行われている。それ故、ブロイラー生産においては、成長の段階に合わせて食欲を亢進あるいは抑制することが望まれるが、未だ決定的な方法は無い。そこで本研究では、ブロイラーの摂食制御法を開発するための一環として、ブロイラーを含むニワトリの食欲調節機構の解明を試みた。

実験概要

1週齢のブロイラー（Ross 308）雄ヒナあるいはレイヤー（白色レグホーン）雄ヒナを用い、種々の神経ペプチドあるいはホルモンの脳室内投与が、摂食量および視床下部食欲調節シグナリングに及ぼす影響を調べた。また、種々の生理的条件下におけるブロイラーおよびレイヤーの食欲調節関連神経ペプチドおよび消化管ホルモンのmRNA量を調べた。

結果と考察

◆視床下部神経ペプチド

食欲促進ペプチドであるNPYの摂食促進効果、およびその効果が認められる日齢にはブロイラーとレイヤーの間で差は認められなかった。一方、摂食抑制ペプチドである β -MSHの効果はレイヤーにおいてのみ認められた。さらに、レイヤーにおいては、摂食抑制ペプチドである α および β -MSHの前駆体遺伝子（POMC）のmRNA量が成長に伴い増加するのに対し、ブロイラーのそれは逆に減少した。これらの結果から、ブロイラーの旺盛な食欲の原因の一つとして、POMCに関連する食欲抑制系の働きの減弱が示唆された。

◆視床下部食欲調節シグナリング

インスリンおよびIGF-1の脳室内投与はニワトリの摂食を抑制し、視床下部Aktシグナリングを活性化した。また、絶食後の再給餌は視床下部Aktシグナリングの活性化、血中インスリン濃度の上昇、および肝臓IGF-1のmRNA量の増加を誘導した。これらの結果から、ニワトリにおいては、食後の満腹感の誘導に、循環血液中のインスリンおよびIGF-1の濃度上昇による視床下部Aktシグナリングの活性化が関与していることが示唆された。

◆消化管ホルモン

消化管で産生されるプログルカゴン由来のホルモンであるオキシントモジュリン、GLP-1およびGLP-2の脳室内投与はブロイラーおよびレイヤーの摂食を抑制し、特にGLP-1および2の効果が強かった。また、哺乳類においてはN末端の2アミノ酸が切断されたPYY₃₋₃₆が食欲を抑制する消化管ホルモンとして働くと考えられているが、ニワトリにおいては全長のPYYの静脈内投与が摂食を抑制した。さらに、消化管におけるプログルカゴンとPYYのmRNA量は、摂食条件下に比べ、絶食条件下では低い値を示した。これらの結果から、ニワトリにおいては、GLP-1、2およびPYYが、食後の満腹感の誘導に重要な役割を果たすことが示唆された。

以上、本研究の結果から、ニワトリの食欲調節における、視床下部におけるNPYと α および β -MSH、血中のインスリンおよびIGF-1と視床下部Aktシグナリングとの関連、消化管に由来するGLP-1、2およびPYY、の重要性が示唆された。また、ブロイラーの旺盛な食欲の原因となる幾つかのポイントが示された。今後、これらニワトリ（特にブロイラー）に特徴的な食欲調節機構を標的とした、その制御法の開発が、孵化直後のブロイラー摂食量の増加、その後の成長時における食欲の緩和、およびブロイラー種鶏における制限給餌による空腹ストレスの緩和の実現に貢献することが期待される。

発表論文

1. Fujita S, Honda K, Yamaguchi M, Fukuzo S, Saneyasu T, Kamisoyama H. Role of insulin-like growth factor-1 in the central regulation of feeding behavior in chicks. *The Journal of Poultry Science*, 56 : 270-276, 2019.
2. Fujita S, Yamaguchi M, Hiramoto D, Saneyasu T, Honda K, Kamisoyama H. Effects of fasting and refeeding on the mRNA levels of insulin-like growth factor-binding proteins in chick liver and brain. *The Journal of Poultry Science*, 55: 269-273, 2018.
3. Saneyasu T, Fujita S, Kitashiro A, Fukuzo S, Honda K, Kamisoyama H. Hypothalamic Akt-mediated signaling regulates food intake in chicks. *Neuroscience Letters*, 670, 48-52, 2018.
4. Fujita S, Honda K, Hiramoto D, Gyu M, Okuda M, Nakayama S, Yamaguchi M, Saneyasu T, and Kamisoyama H, Central and peripheral administrations of insulin-like growth factor-1 suppress food intake in chicks. *Physiology & Behavior*, 179: 308-312, 2017.
5. Aoki K, Kondo M, Okuda M, Saneyasu T, Honda K, Kamisoyama H, Identification, expression analysis, and functional characterization of peptide YY in chickens (*Gallus gallus domesticus*). *General and Comparative Endocrinology*, 242: 11-17, 2017.
6. Honda K, Shimatani T, Aoki K, Yamaguchi T, Kondo M, Saneyasu T, Kamisoyama H. Glucagon-like peptide-2 functions as anorexigenic peptide not only in the central nervous system but also in the peripheral circulation in broiler chicks. *The Journal of Poultry Science*, 52: 183-187, 2015.
7. Honda K, Saneyasu T, Aoki K, Shimatani T, Yamaguchi T, Kamisoyama H. Correlation analysis of hypothalamic mRNA levels of appetite regulatory neuropeptides and several metabolic parameters in 28-day-old layer chickens, *Animal Science Journal*, 86: 517-522, 2015.
8. Honda K, Saneyasu T, Shimatani T, Aoki K, Yamaguchi T, Nakanishi K, Kamisoyama H. Intracerebroventricular administration of chicken glucagon-like peptide-2 potently suppresses food intake in chicks. *Animal Science Journal*, 86: 312-318, 2015.
9. Honda K, Saneyasu T, Yamaguchi T, Shimatani T, Aoki K, Nakanishi K, Kamisoyama H. Intracerebroventricular administration of chicken oxyntomodulin suppresses food intake and increases plasma glucose and corticosterone concentrations in chicks. *Neuroscience Letters*, 564: 57-61, 2014.
10. Honda K, Saneyasu T, Yamaguchi T, Shimatani T, Aoki K, Nakanishi K, Kamisoyama H. Intracerebroventricular administration of novel glucagon-like peptide suppresses food intake in chicks. *Peptides*, 52, 98-103, 2014.
11. Saneyasu T, Nakanishi K, Atsuta H, Ikura A, Hasegawa S, Kamisoyama H, Honda K. Age-dependent changes in the mRNA levels of neuropeptide Y, proopiomelanocortin, and corticotropin-releasing factor in the hypothalamus in growing broiler chicks. *The Journal of Poultry Science*, 50: 364-369, 2013.
12. Honda K, Kamisoyama H, Uemura T, Yanagi T, Saito N, Kurose Y, Sugahara K, Katoh K, Hasegawa S. The mechanism underlying the central glucagon-induced hyperglycemia and anorexia in chicks. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 163: 260-264, 2012.
13. Honda K, Saneyasu T, Hasegawa S, Kamisoyama H, A comparative study of the central effects of melanocortin peptides on food intake in broiler and layer chicks, *Peptides*, 37, 1, 13-17, 2012.
14. Saneyasu T, Honda K, Kamisoyama H, Ikura A, Nakayama Y, Hasegawa S. Neuropeptide Y effect on food intake in broiler and layer chicks, *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 159: 422-426, 2011.
15. Saneyasu T, Honda K, Kamisoyama H, Nakayama Y, Ikegami K, Hasegawa S. Alpha-melanocyte stimulating hormone plays an important role in the regulation of food intake by the central melanocortin system in chicks. *Peptides*, 32: 996-1000, 2011.
16. Kamisoyama H, Honda K, Saneyasu T, Sugahara K, Hasegawa S. Corticotropin-releasing factor is a downstream mediator of the beta-melanocyte stimulating hormone-induced anorexigenic pathway in chicks. *Neuroscience Letters*, 458: 102-105, 2009.
17. Honda K, Kamisoyama H, Saneyasu T, Sugahara K, Hasegawa S. Central administration of insulin suppresses food intake in chicks. *Neuroscience Letters*, 423: 153-157, 2007.
18. Honda K, Kamisoyama H, Saito N, Kurose Y, Sugahara K, Hasegawa S. Central administration of glucagon suppresses food intake in chicks. *Neuroscience Letters*, 416: 198-201, 2007.