การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของไก่เนื้อโคราช

ณฐกร นวรตน
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.เจษฎา ตัณฑนุช

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการบริโภคไก่เป็นจำนวนมาก และขณะเดียวกันก็มีการพัฒนาสายพันธุ์ไก่เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด เช่น “โครงการวิจัยไก่เนื้อโคราช” ซึ่งเป็นงานวิจัยในการพัฒนาคุณภาพไก่ ภายใต้ความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี (มทส.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เนื่องด้วยในงานวิจัยดังกล่าวต้องการพัฒนาสายพันธุ์ไก่ให้มีคุณภาพดีในเวลาจำกัด และประหยัดต้นทุนงานวิจัย การศึกษาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับแสดงอัตราการเจริญเติบโตของไก่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันจะช่วยให้การวิจัยการพัฒนาสายพันธุ์ไก่เป็นไปได้ด้วยความรวดเร็ว สามารถวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมของสายพันธุ์ไก่ได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมต่อการเลี้ยง การหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในคัดไก่เพื่อนำออกไปบริโภคหรือการพาณิชย์ ทำให้วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตได้ง่ายขึ้น และยังสามารถต่อยอดงานวิจัยในด้านอื่น ๆ ได้อีกด้วย

การศึกษาครั้งนี้พบว่าสมการเชิงอนุพันธ์เป็นคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการแสดงอัตราการเจริญเติบโต และเส้นโค้งการเจริญเติบโตของไก่ โดยในการศึกษาจะจำกัดอยู่แค่เพียงสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ ได้แก่ สมการชนิดอย่างง่าย สมการแยกกันได้ สมการแม่นตรง สมการเชิงเส้น และสมการแบร์นูลลี สำหรับการใช้เส้นโค้งวิเคราะห์การเจริญเติบโตของไก่ จะได้ตัวแบบที่เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์มูลฐานที่สอดคล้องกับข้อมูลและพารามิเตอร์ที่กำหนด โดยถูกอธิบายผ่านเส้นโค้งการเจริญเติบโตริชาร์ด (Richards) และ เส้นโค้งการเจริญเติบโตกอมเพิทซ์ (Gompertz)

คำสำคัญ : สมการเชิงอนุพันธ์, สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ, ตัวแบบทางคณิตศาสตร์, เส้นโค้งการเจริญเติบโต

The Study of Mathematics for Korat Chicken Growth Analysis

Natakon Nawaratana
Supervisor: Asst.Prof. Dr. Jessada Tanthanuch

School of Mathematics, Institute of Science,
Suranaree University of Technology

Abstract

At present chicken consumption plays a major role in Thailand. To meet the demands of the consumer, there are studies of chicken crossbreed development, one example is the “Korat Chicken Research Project”, in cooperation of Suranaree University of Technology (SUT) with Thailand Research Fund (TRF). To accelerate the progress of the research while lowering costs, the mathematical models for chicken growth analysis were studied. These help analyze genetics, conditions for feeding, time to harvest for consumption, or commerce and production costs. Also, they can be utilized in further researches.

In this study, differential equations (DEs) are mathematical tools applicable to growth analysis and growth curves. The scope was limited to ordinary differential equations (ODEs) only. Simple equations, separable equations, exact equations, linear equations and Bernoulli’s equations were considered. Growth curves for chicken were modeled by elementary functions following Richard and Gompertz growth curves concepts, with data and parameters specified.

Keywords : differential equation, ordinary differential equation, mathematical model, growth curve.

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของไก่เนื้อโคราช

ณฐกร นวรตน

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.เจษฎา ตัณฑนุช

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการบริโภคไก่เป็นจำนวนมาก และขณะเดียวกันก็มีการพัฒนาสายพันธุ์ไก่เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด เช่น “โครงการวิจัยไก่เนื้อโคราช” ซึ่งเป็นงานวิจัยในการพัฒนาคุณภาพไก่ ภายใต้ความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี (มทส.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เนื่องด้วยในงานวิจัยดังกล่าวต้องการพัฒนาสายพันธุ์ไก่ให้มีคุณภาพดีในเวลาจำกัด และประหยัดต้นทุนงานวิจัย การศึกษาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับแสดงอัตราการเจริญเติบโตของไก่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันจะช่วยให้การวิจัยการพัฒนาสายพันธุ์ไก่เป็นไปได้ด้วยความรวดเร็ว สามารถวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมของสายพันธุ์ไก่ได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมต่อการเลี้ยง การหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในคัดไก่เพื่อนำออกไปบริโภคหรือการพาณิชย์ ทำให้วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตได้ง่ายขึ้น และยังสามารถต่อยอดงานวิจัยในด้านอื่น ๆ ได้อีกด้วย

การศึกษาครั้งนี้พบว่าสมการเชิงอนุพันธ์เป็นคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการแสดงอัตราการเจริญเติบโต และเส้นโค้งการเจริญเติบโตของไก่ โดยในการศึกษาจะจำกัดอยู่แค่เพียงสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ ได้แก่ สมการชนิดอย่างง่าย สมการแยกกันได้ สมการแม่นตรง สมการเชิงเส้น และสมการแบร์นูลลี สำหรับการใช้เส้นโค้งวิเคราะห์การเจริญเติบโตของไก่ จะได้ตัวแบบที่เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์มูลฐานที่สอดคล้องกับข้อมูลและพารามิเตอร์ที่กำหนด โดยถูกอธิบายผ่านเส้นโค้งการเจริญเติบโตริชาร์ด (Richards) และ เส้นโค้งการเจริญเติบโตกอมเพิทซ์ (Gompertz)

คำสำคัญ : สมการเชิงอนุพันธ์, สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ, ตัวแบบทางคณิตศาสตร์, เส้นโค้งการเจริญเติบโต

The Study of Mathematics for Korat Chicken Growth Analysis

Natakon Nawaratana

Supervisor: Asst.Prof. Dr. Jessada Tanthanuch

School of Mathematics, Institute of Science,

Suranaree University of Technology

Abstract

At present chicken consumption plays a major role in Thailand. To meet the demands of the consumer, there are studies of chicken crossbreed development, one example is the “Korat Chicken Research Project”, in cooperation of Suranaree University of Technology (SUT) with Thailand Research Fund (TRF). To accelerate the progress of the research while lowering costs, the mathematical models for chicken growth analysis were studied. These help analyze genetics, conditions for feeding, time to harvest for consumption, or commerce and production costs. Also, they can be utilized in further researches.

In this study, differential equations (DEs) are mathematical tools applicable to growth analysis and growth curves. The scope was limited to ordinary differential equations (ODEs) only. Simple equations, separable equations, exact equations, linear equations and Bernoulli’s equations were considered. Growth curves for chicken were modeled by elementary functions following Richard and Gompertz growth curves concepts, with data and parameters specified.

Keywords : differential equation, ordinary differential equation, mathematical model, growth curve.

บทนำ

ในปัจจุบันความต้องในการบริโภคไก่พื้นเมืองมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น แต่ไก่พื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตช้า และมีความสามารถในการออกไข่ต่ำ จึงทำให้เกษตรกรผลิตได้น้อย ไม่สนองความต้องการของตลาด การหาวิธีแก้ปัญหาการขาดตลาดของไก่พื้นเมืองนั้น นอกจากจะเป็นการสร้างอาชีพเสริมให้กับเกษตรกรแล้ว ยังช่วยลดการนำเข้าอันเป็นการสิ้นเปลืองของประเทศ ซึ่งนับเป็นการตอบสนองความต้องการทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคอย่างครบวงจร จากเหตุผลดังกล่าวจึงเกิดโครงการวิจัยการพัฒนาสายพันธุ์ไก่เนื้อโคราชเพื่อเป็นอาชีพวิสาหกิจชุมชน ชื่อว่า “โครงการวิจัยไก่เนื้อโคราช” ภายใต้ในงานวิจัยหลักในการพัฒนาเพื่อปรับปรุงคุณภาพไก่ โดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ไก่เนื้อโคราช คือลูกผสมระหว่างไก่พื้นเมืองกับไก่เนื้อที่เกิดจากพ่อพันธุ์ไก่เหลืองหางขาวกบินทร์บุรี(เลือดพื้นเมือง 50%) ผสมกับแม่พันธุ์ไก่ มทส. ซึ่งเป็นพันธุ์ไก่เนื้อผสมกับไก่ไข่ ไก่เนื้อโคราชมีการเจริญเติบโตรวดเร็วกว่าไก่พื้นเมือง และมีรสชาติใกล้เคียงกัน แต่ไก่เนื้อโคราชมีไขมันและคอเลสเตอรอลต่ำกว่าไก่เนื้อประมาณ 3 เท่า ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ และสามารถเลี้ยงได้ในสภาวะแวดล้อมทั่วไป โดยในอนาคตคาดว่าการเลี้ยงไก่เนื้อโคราชจะกลายเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรอาชีพหนึ่ง โดยการเลี้ยงไก่เพื่อเป็นอาชีพนั้น เกษตรกรต้องคำนึงถึงปัจจัยในด้านอื่นๆด้วย เช่น ต้นทุนการผลิต ระยะเวลาที่เลี้ยง ตลอดจนการส่งออกสู่ตลาด และสิ่งแวดล้อม และโรคระบาดต่าง ๆ เพื่อให้คุ้มค่าในการสร้างรายได้ของเกษตรกร

จากข้างต้น ผู้จัดทำมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบของสมการที่เหมาะสมสำหรับแสดงอัตราการเจริญเติบโต (น้ำหนัก) ของไก่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน จากรูปแบบต่างๆของแนวคิดของการใช้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ (Ordinary Differential

Equations) ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งนี้ จะทำให้เลือกสมการเชิงอนุพันธ์ที่เหมาะสม เพื่อใช้อธิบายน้ำหนักตัวไก่เนื้อโคราช ณ เวลาต่าง ๆ ได้ในอนาคต และสามารถแสดงผลในรูปแบบเส้นโค้งการเจริญเติบโตของไก่เนื้อโคราช ส่งผลให้สามารถวิเคราะห์พันธุกรรม (genetic) ของไก่เนื้อโคราชได้ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิต ลดระยะเวลาและต้นทุนในงานวิจัยการเลี้ยงไก่เนื้อโคราชตั้งแต่กระบวนการเริ่มต้นจนถึงการส่งออกสู่ตลาด

ความรู้พื้นฐาน

1. **สมการเชิงอนุพันธ์ (differential equation)**

   สมการเชิงอนุพันธ์เป็นสมการซึ่งมีพจน์ของ อนุพันธ์ของฟังก์ชันไม่ทราบค่า เทียบกับ ตัวแปรอิสระหนึ่งตัวหรือ อนุพันธ์ของฟังก์ชันไม่ทราบค่า เทียบกับ ตัวแปรอิสระ หลายตัว

2. **สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ (ordinary differential equation)**

   เป็นสมการเชิงอนุพันธ์เป็นสมการซึ่งมีพจน์ของ อนุพันธ์ของฟังก์ชันไม่ทราบค่า เทียบกับ ตัวแปรอิสระหนึ่งตัวเท่านั้น

3. **อันดับ (order)**

   อันดับของสมการเชิงอนุพันธ์ หมายถึง อันดับสูงสุดของอนุพันธ์ที่ปรากฏในสมการเชิงอนุพันธ์นั้น

4. **สมการแบบแยกกันได้ (separable equation)**

   เป็นสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับหนึ่งสามารถจัดรูปให้อยู่ในลักษณะ $\frac{dy}{dx} = \frac{g(x)}{h(y)}$

   ซึ่งสามารถหาผลเฉลยได้โดยการจัดรูปสมการใหม่เป็น $h(y)dy = g(x)dx$ แล้วหาปริพันธ์ทั้งสองข้าง โดยมีผลเฉลยในรูป $H(y) = G(x) + c$ เมื่อ $H(y) = \int h(y)dy$, $G(x) = \int g(x)dx$ และ c เป็นค่าคงตัวใด ๆ

5. **สมการเชิงเส้น (linear equation)**

   ในที่นี้พิจารณาสมการเชิงอนุพันธ์สามัญที่สามารถจัดรูปได้ในลักษณะ

   $$a_n(x)y^{(n)} + a_{n-1}(x)y^{(n-1)} + \cdots + a_1(x)\frac{dy}{dx} + a_0(x)y = b(x)$$

   เมื่อ $y^{(k)}$ คืออนุพันธ์อันดับที่ k ของ y และ $a_n(x), \cdots, a_1(x), a_0(x), b(x)$ มีความต่อเนื่องบนช่วงเปิด I ที่พิจารณา $a_n(x) \neq 0$ สำหรับทุก ๆ $x \in I$ สำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญเชิงเส้นอันดับที่หนึ่งอาจถูกจัดรูปได้คือ $\frac{dy}{dx} + p(x)y = q(x)$ เมื่อ $p(x)$ และ$q(x)$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องในช่วงเปิด เปิด I โดยผลเฉลยได้แก่ $y = e^{-\int P(x)\,dx}[e^{\int P(x)\,dx}q(x)dx + c]$ เมื่อ c เป็นค่าคงตัวใด ๆ

6. **สมการแบร์นูลลี (Bernoulli's equation)**

   สมการเชิงอนุพันธ์สามัญแบร์นูลลีซึ่งเป็นสมการเชิงอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งที่อยู่ในรูป $\frac{dy}{dx} + p(x)y = q(x)y^n$เมื่อ n เป็นจำนวนจริงใด ๆ และสามารถหาผลเฉลยได้ดังนี้

   สำหรับกรณี $n = 1$ จะกลายเป็นสมการแบบแยกได้ สำหรับกรณี $n = 0$ สมการดังกล่าวจะกลายเป็นสมการเชิงเส้น และสำหรับกรณี $n \neq 0$ และ $n \neq 1$ สมการมีผลเฉลยคือ $\vartheta y^{1-n} = (1-n)\int \vartheta\, q(x)dx + c$ เมื่อ $\vartheta = e^{(1-n)\int p(x)dx}$

ผลการศึกษา

ในการอธิบายการเจริญเติบโตโดยใช้คณิตศาสตร์ จะมีสองแนวคิดหลักได้แก่ การอธิบายโดยใช้เส้นโค้งการ เจริญเติบโต (growth curve) และการทำตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) โดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต France และ Thronley (1994) [อ้างอิงใน (Arseniy 2006)] ให้ความหมายของทั้งสองรูปแบบโดยกล่าวถึงการอธิบายในแบบแรกว่าเป็นการสร้างตัวแบบโดยการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นแนวคิดหลักในการทำตัวแบบ (empirical model) ในขณะที่อีกแนวคิดจะใช้กลไกการเจริญเติบโตเป็นแนวคิดหลักในการทำความเข้าใจและทำตัวแบบ (mechanistic model) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะ**การอธิบายโดยใช้เส้นโค้งการเจริญเติบโต**

การใช้เส้นโค้งการเจริญเติบโตสร้างตัวแบบ มักจะได้ลักษณะของตัวแบบที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต โดยฟังก์ชันที่ได้มักจะไม่สามารถอธิบายลักษณะทางธรรมชาติ หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องในเชิงกระบวนการทางชีววิทยาได้ ลักษณะของเส้นโค้งที่ได้จากตัวแบบนี้ ได้จากการปรับเส้นโค้ง (curve fitting) ให้เข้ากับข้อมูลการเจริญเติบโตที่สัมพันธ์กับพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ข้อดีของการอธิบายโดยวิธีนี้คือ ง่ายต่อการได้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นฟังก์ชันซึ่งอยู่ในวงศ์ (family) ของฟังก์ชันที่มักใช้ในการอธิบายการเจริญเติบโต ซึ่งฟังก์ชันที่ได้ควรจะสามารถแสดงถึงรูปแบบการเจริญเติบโต ณ เวลาต่าง ๆ ได้ สอดคล้องกับข้อมูลและพารามิเตอร์ที่กำหนด และทำนายการเจริญเติบโตได้ดี

เส้นโค้งการเจริญเติบโตที่ได้ศึกษาเป็นสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับที่หนึ่ง ซึ่งได้แก่

1. **เส้นโค้งการเจริญเติบโตเชิงเลขชี้กำลังแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential growth curve)**

   แนวคิดการสร้างเส้นโค้งชนิดนี้มาจาก การตั้งสมมติฐานว่าอัตราการเจริญเติมโตเป็นสัดส่วนกับน้ำหนัก $\frac{dy}{dt} = by$ เมื่อ $y(t)$ แทนน้ำหนักที่ขึ้นกับเวลา t และ b เป็นค่าคงตัวใด ๆ โดยสมการเชิงอนุพันธ์ดังกล่าวมีผลเฉลยคือ $y = y_0e^{bt}$ เมื่อ y_0คือค่าน้ำหนักเริ่มต้นที่อายุเท่ากับศูนย์ เส้นโค้งการเจริญเติบโตชนิดนี้สามารถอธิบายการเจริญเติบโตได้ง่าย แต่ไม่สมจริงนักเพราะมีอัตราการเจริญเติบโตเพียงอัตราเดียว และการเจริญเติบโตเป็นไปได้ไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งขัดแย้งกับความเป็นจริงในธรรมชาติ

2. **เส้นโค้งการเจริญเติบโตแบบโมโนโมเลคูลา (Monomolecular growth curve)**

   แนวคิดการสร้างเส้นโค้งชนิดนี้ปรับปรุงจากเส้นโค้งการเจริญเติบโตเชิงเลขชี้กำลังแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยมีสมมติฐานว่า1) การเจริญเติบโตมีขีดจำกัดของน้ำหนักที่มากที่สุด y_∞ 2) อัตราการเจริญเติบโตจะเป็นสัดส่วนของผลต่างระหว่างค่าที่จำกัดและขนาดที่แท้จริง ซึ่งทำให้ได้สมการเชิงอนุพันธ์ที่สอดคล้องได้แก่ $\frac{dy}{dt} = b(y_\infty - y)$ โดยมีผลเฉลยคือ $y_\infty - \delta e^{-bt}$ เมื่อ $\delta = y_\infty - y_0$ เส้นโค้งชนิดนี้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของการเจริญเติบโตมากขึ้น แต่ยังไม่ตรงกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปที่มีอัตราการเจริญเติบโตไม่คงที่

3. **เส้นโค้งการเจริญเติบโตแบบโลจิสติก (logistic growth curve)**

เนื่องด้วยสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปมีอัตราการเจริญเติบโตไม่คงที่ โดยช่วงแรกมักจะมีอัตราการเจริญเติบโตช้า และในช่วงเจริญวัยจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่มาก และจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตก็จะลดลงจนเข้าสู่ภาวะอัตราการเจริญเติบโตสิ้นสุด โดยสมการเชิงอนุพันธ์ที่สอดคล้องการแนวคิดดังกล่าวคือ $\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dt}} = \mathrm{y}(b - \alpha\mathrm{y})$ เมื่อ $\alpha = \frac{\mathrm{b}}{\mathrm{y}_\infty}$ โดยสมการดังกล่าวมีชื่อว่า **สมการโลจิสติก** และมีผลเฉลยคือ $\mathrm{y} = \frac{b}{\alpha+\mu\mathrm{e}^{-\mathrm{bt}}}$ เมื่อ μ เป็นค่าคงตัวใด ๆ เส้นโค้งการเจริญเติบโตชนิดนี้สามารถอธิบายการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตได้ดีกว่าเดิม แต่มีข้อด้อยที่ว่า เส้นโค้งดังกล่าวแสดงอัตราการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่พิจารณาว่ามีค่าสูงสุดเมื่อมีน้ำหนักเป็นครึ่งหนึ่งของน้ำหนักสุดท้ายที่อัตราการเจริญเติบโตสิ้นสุด

4. **เส้นโค้งการเจริญเติบโตแบบกอมเพิทซ์** (The Gompertz growth curve)

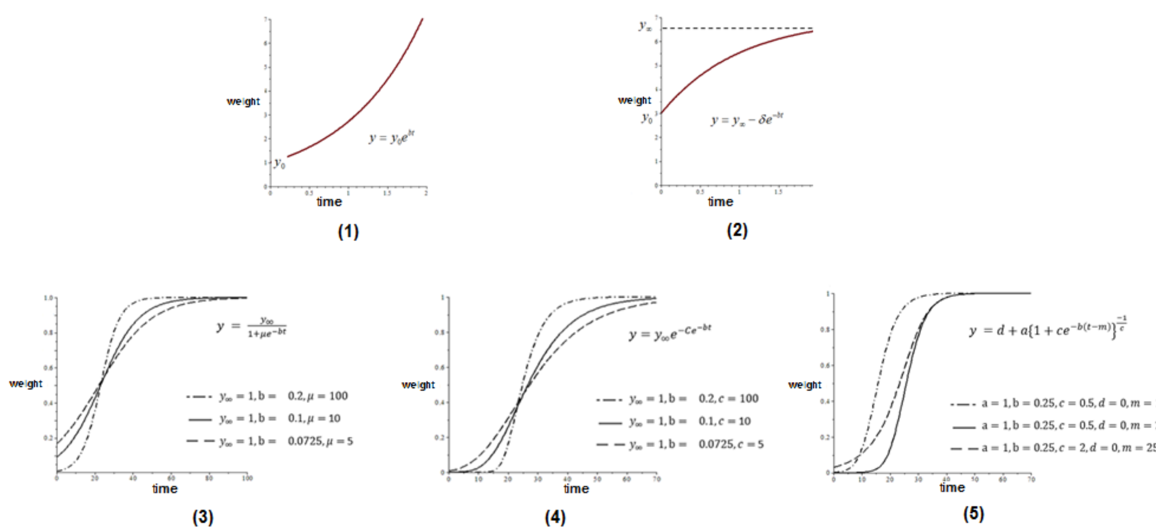
สมการกอมเพิทซ์ (Gompertz equation) เกิดขึ้นจากมีการพยายามที่จะอธิบายถึงการเจริญเติบโตในจำนวนของเซลล์เนื้องอกทางชีวภาพ ในบางครั้งจะใช้สมการเชิงอนุพันธ์นี้เป็นตัวแบบศึกษาการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของประชากร และการประกันภัยในบางปรากฏการณ์ทางเศรษฐกิจ โดยสมการดังกล่าวดัดแปลงมาจากสมการโลจิสติกดังนี้ $\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dt}} = \mathrm{y}(b - \alpha \ln y)$ และผลเฉลยของสมการคือ $\mathrm{y} = e^{\frac{e^{\gamma-\alpha t}+b}{\alpha}}$ เมื่อ γ เป็นค่าคงตัวใด ๆ

5. **เส้นโค้งการเจริญเติบโตแบบริชาร์ด** (The Richards curve)

จากการขยายแนวคิดเส้นโค้งการเจริญเติบโตแบบโลจิสติกไปสู่ $\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dt}} = \mathrm{y}(b - \alpha y^{\omega})$ เมื่อ ω เป็นจำนวนจริงใด ๆ ทำให้ได้ผลเฉลยคือ $\mathrm{y} = \left(\frac{b}{\alpha+\mu\mathrm{e}^{-\mathrm{bt}}}\right)^{-1/\omega}$ ซึ่งเส้นโค้งการเจริญเติบโตชนิดนี้มีความยืดหยุ่นในการแสดงอัตราการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่พิจารณาว่ามีค่าสูงสุดเมื่อมีน้ำหนักที่แตกต่างกันได้ และสามารถขยายแนวคิดไปสู่เส้นโค้งริชาร์ด

$$\mathrm{y} = \mathrm{y}_0 + \frac{\mathrm{y}_\infty - \mathrm{y}_0}{(\alpha + \mu\mathrm{e}^{-\mathrm{bt}})^{1/\omega}}$$

ซึ่งสามารถอธิบายการเจริญเติบโตของครอบคลุมกรณีต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น



ภาพที่ 1 : แสดงการเจริญเติบโตระหว่างน้ำหนักกับเวลาแต่ละรูปแบบตามลำดับ

บทสรุป

จากการศึกษาพบว่าจากเส้นโค้งการเจริญเติบโตแบบริชาร์ดสามารถอธิบายการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตได้เป็นอย่างดีและครอบคลุมการอธิบายการเจริญเติบโตแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ทั้งนี้พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตประเภทสัตว์ปีกก็มักใช้เพียงเส้นโค้งการเจริญเติบโตแบบกอมเพิทซ์หรือเส้นโค้งการเจริญเติบโตแบบริชาร์ดเป็นหลัก ซึ่งเส้นโค้งการเจริญเติบโตดังกล่าวน่าจะเหมาะสมสำหรับการอธิบายการเจริญเติบโตของไก่เนื้อโคราช

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยกรุณาและเมตตาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา ตัณฑนุช ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย ที่ได้สละเวลาอย่างมากในการให้ความรู้และคำปรึกษาแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของโครงงานวิจัยอย่างดียิ่ง คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Planning Division Department of Livestock, The volume and value of exports of chicken meat.[online], January - December 2013. http://planning.dld.go.th/th.
[2] A. Moharrery and M. Mirzaei, Growth characteristics of commercial broiler and native chickens as predicted by different growth functions, Journal of Animal and Feed Sciences. 23 2014, 82-89, The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, PAS, Jablonna