



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย การพัฒนาและทดสอบแบบจำลองไก่พื้นเมือง  
(Native Chicken Simulation Model Development and Testing)

โดย  
ศรินทิพย์ พรหมฤทธิ์ และอรรณชัย จินตะเวช

พฤษภาคม ๒๕๕๘

ISBN: 974-656-680-6



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย การพัฒนาและทดสอบแบบจำลองไก่พื้นเมือง  
(Native Chicken Simulation Model Development and Testing)

### คณะผู้วิจัย

- นางสาวศรินทิพย์ พรหมฤทธิ์
- นายรัชฎมิ ใจกล้า
- รศ.ดร.อรรณชัย จินตะเวช

### สังกัด

- ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร  
ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร  
ภาควิชาปฐพีและอนุรักษ์ศาสตร์

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

พฤษภาคม ๒๕๕๘

ISBN: 974-656-680-6



## คำนำ

รายงานฉบับสมบูรณ์นี้เป็นรายงานฉบับแรกเกี่ยวกับความพยายามในการพัฒนาและทดสอบแบบจำลองกระบวนการพัฒนาการและการเติบโตของไก่พื้นเมือง (Process-based Native Chicken Simulation Model) ในประเทศไทย โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้ด้านงานวิจัยไก่พื้นเมืองและความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทางเกษตร เป็นความพยายามหนึ่งในการเชื่อมโยงงานวิจัยที่สร้างสมองค์ความรู้ (Understanding Research) เพื่อความสามารถในการคาดการณ์ (Prediction Research) ให้สามารถเชื่อมโยงสู่งานวิจัยที่สามารถควบคุมทรัพยากรการผลิตไก่พื้นเมือง (Control & Management Research)

การพัฒนาและการทดลองแบบจำลองไก่พื้นเมืองครั้งนี้ดำเนินการเป็นเวลา ๒ ปี และได้ศึกษาระบบการเลี้ยงไก่พื้นเมืองของเกษตรกรในหลายสภาพการผลิตและการจัดการ รวมทั้งวัตถุประสงค์ของการเลี้ยงและสรุปได้ว่าสามารถทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนาแบบจำลองไก่พื้นเมืองได้ในระดับที่น่าพอใจ โดยเฉพาะสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ในระดับกระบวนการ (Process) ที่สำคัญของไก่พื้นเมืองให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้อย่างสมบูรณ์

คณะผู้วิจัยหวังว่ารายงานฉบับนี้เป็นพื้นฐานหนึ่งของการพัฒนาแบบจำลองไก่พื้นเมืองไปสู่การพัฒนาให้เป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับการปรับปรุงการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรและผู้ผลิต

คณะผู้วิจัย



## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDA4630002

ชื่อโครงการ : การพัฒนาและทดสอบแบบจำลองไก่พื้นเมือง

ชื่อนักวิจัย : ศรินทิพย์ พรหมฤทธิ์<sup>1</sup>, รัชภูมิ ใจกล้า<sup>1</sup>, และ อรรถชัย จินตะเวช<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<sup>2</sup> ภาควิชาปฐพีและอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Email address : attachai@chiangmai.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 มกราคม 2546 – 31 ธันวาคม 2547

แบบจำลองไก่พื้นเมือง (Native Chicken Growth Simulation Model: NCSim) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงกระบวนการ เชิงพลวัตเพื่อช่วยประเมินอิทธิพลของพันธุ์ไก่พื้นเมือง อาหาร และการจัดการต่อระบบการผลิตไก่พื้นเมือง ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Microsoft Corporation C#.NET Framework ซึ่งเป็นโปรแกรมเชิงวัตถุในการพัฒนาโปรแกรม ให้มีความสะดวกในการใช้งาน แบบจำลอง NCSim สามารถคำนวณและคาดการณ์กระบวนการพัฒนาการและกระบวนการเติบโตของไก่พื้นเมืองเป็นรายวัน โดยที่ผู้ใช้งานแบบจำลองต้องให้ข้อมูลอายุไก่เริ่มแรก จำนวนไก่พื้นเมืองเริ่มต้น จำนวนวันที่ต้องการจำลอง และลักษณะของอาหารไก่พื้นเมือง แบบจำลองให้ผลลัพธ์ของการจำลองเป็นรายวัน มีการสะสมจำนวนไก่ที่คำนวณได้และสถานภาพของโปรตีนในตัวไก่ งานวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าต้องการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาแบบจำลองเพิ่มเติม โดยเฉพาะงานวิจัยเพื่อสร้างความเข้าใจอิทธิพลของพันธุ์ไก่พื้นเมือง อาหารและการจัดการระบบการผลิตที่มีผลต่อกระบวนการเติบโตและกระบวนการพัฒนาการของไก่พื้นเมือง

คำหลัก : แบบจำลองไก่พื้นเมือง, แนวคิดเชิงระบบ, กระบวนการพัฒนาการ, กระบวนการเติบโต, NCSimulator



## **Abstract**

**Project Code : RDA4630002**

**Project Title : Native Chicken Simulation Model Development and Testing**

**Investigators : Sarinthip Promrit<sup>1</sup>, Ratchabhum Jaikla<sup>1</sup>, and Attachai Jintrawet<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai  
University**

**<sup>2</sup>Soil Sci. & Conservation Dept., Faculty of Agriculture, Chiang Mai  
University**

**Email address : attachai@chiangmai.ac.th**

**Project Duration : 1 January 2003 – 31 December 2004**

The Native Chicken Growth Simulation Model (NCSim), is a computerized, mechanistic, deterministic and dynamic approach to the evaluation of the effects of breed, feed, and management practices on native chicken production systems. We used Microsoft Corporation C#.NET Framework, an object-oriented programming language, to develop the model, based on a conceptual framework and mathematical models. We designed the model with user-friendly and a menu-driven interface approach. The NCSim model simulates daily growth and development processes of native chicken production systems, using data on the initial age, number of the birds, number of days of simulation, and feed characteristics. The model outputs data on a daily and accumulated basis the current number of bird and bird's status for protein. The current work suggests that further research on native chicken production systems are needed, especially those leading to more understanding of the effect of breed, feed, and management on growth and development processes.

**Keywords :** Native Chicken Simulator, System Approach, Development process, Growth process



## คำนิยม

รายงานฉบับสมบูรณ์นี้ได้รับการสนับสนุนบางส่วน จากโครงการทุนวิจัยหลังปริญญาโท (Post-MS) และโครงการวิจัย ระบบสนับสนุนการตัดสินใจผลิตพืชในระดับท้องถิ่น: ท้องทุ่งไทย ระยะ ๑ และ ระยะ ๒ ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และ ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในบ้านหินลาด จังหวัดขอนแก่น และบ้านห้วยแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งให้การเอื้อเฟื้อความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์การเลี้ยงไก่พื้นเมืองในสภาพต่างๆ และเป็นความเข้าใจสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองมโนทัศน์ แบบจำลองคณิตศาสตร์ และแบบจำลองคอมพิวเตอร์ของไก่พื้นเมืองแบบจำลองแรกของประเทศไทย และขอขอบคุณ คุณอำนาจ เลี้ยวธารากุล และ ดร.สุชน ตั้งทวีพัฒน์ ที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลงานทดลอง ซึ่งช่วยให้สามารถปรับค่าสัมประสิทธิ์การคำนวณและทดสอบการทำงานของแบบจำลอง



## สรุปสำหรับผู้บริหาร

การผลิตสัตว์รวมทั้งไก่พื้นเมืองของเกษตรกรรายย่อยในชนบทของไทยและประเทศกำลังพัฒนาเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อครัวเรือน แต่ยังไม่มีการพัฒนาแบบจำลองระบบการผลิตดังกล่าว โครงการพัฒนาและทดสอบแบบจำลองไก่พื้นเมืองในประเทศไทยครั้งนี้มีพื้นฐานจากองค์ความรู้ทางวิจัยและประสบการณ์การเลี้ยงของเกษตรกรผนวกกับเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อการสะสมและสร้างความเข้าใจกระบวนการเติบโตและกระบวนการพัฒนาการของไก่พื้นเมืองตามหลักการของการสร้างแบบจำลองและการจำลองระบบ (Systems Modeling and Simulation: SMS) มีจุดประสงค์เฉพาะในการแสดงความสามารถของแบบจำลองในการจำลองการผลิตไก่พื้นเมืองตามสภาพการให้อาหาร พันธุ์และอายุของไก่พื้นเมือง

ในระหว่างเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2546 ผู้วิจัยได้ ทำการสำรวจและศึกษาระบบการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรรายย่อยในบ้านหินลาด จังหวัดขอนแก่น และบ้านห้วยแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ และพบว่าเกษตรกรเลี้ยงไก่พื้นเมืองเพื่อการบริโภคในครัวเรือน มีจำนวนไก่ประมาณ 5 ตัวต่อครัวเรือน และไม่มีการดูแลรักษาไก่ตามระบบการผลิตไก่เพื่อการค้า การตรวจเอกสารวิชาการและการสำรวจครัวเรือนเกษตรกรเป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของไก่พื้นเมือง

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม STELLA ในการพัฒนาแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual framework) ของไก่พื้นเมืองแสดงว่าการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรในชนบทไทยมีผลผลิตต่ำ อย่างไรก็ตามทำให้ผู้วิจัยสามารถแบ่งระบบการผลิตออกเป็น 4 ระดับได้แก่ ระบบการผลิตที่ไม่มีข้อจำกัดของปัจจัยการผลิต ระบบการผลิตที่จำกัดหรือควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างไก่ในฝูง ระบบการผลิตที่มีข้อจำกัดของพื้นที่ผลิต และ ระบบการผลิตที่มีข้อจำกัดของอาหารโปรตีนและพลังงาน เพื่อเอื้อในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองคอมพิวเตอร์ของไก่พื้นเมืองต่อไป

จากนั้น ผู้วิจัยพัฒนาแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ของไก่พื้นเมืองตามลำดับขั้นการผลิตทั้ง 4 ระดับ โดยแยกการคำนวณออกเป็นสองกระบวนการหลัก ได้แก่ กระบวนการพัฒนาการ (Development process) และกระบวนการเติบโต (Growth process) ของไก่พื้นเมือง ในกระบวนการพัฒนาการ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ระยะเยาว์วัย ระยะเจริญพันธุ์ และระยะชรา ในกระบวนการเติบโตผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การกินอาหาร การย่อยอาหาร การใช้อาหาร และการสะสมอาหารเพื่อสร้างเนื้อและโครงสร้าง

ระหว่างปี 2547 ผู้วิจัยพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ (Computer simulation model) ของไก่พื้นเมืองโดยใช้โปรแกรม Object-oriented C#.NET ตามแบบจำลองคณิตศาสตร์ของ King และนักวิจัยไทยตามกระบวนการพัฒนาการและกระบวนการเติบโต ทำให้แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถคำนวณผลเป็นรายวันได้ การคำนวณยังไม่สามารถครอบคลุมผลของอาหารที่เหลือจากความต้องการไก่ อย่างไรก็ตามแบบจำลองยังไม่ได้คำนวณปริมาณและน้ำหนักการกินอาหารของไก่พื้นเมือง เนื่องจากมีความซับซ้อนและไม่สามารถหาข้อมูลการกินอาหารของไก่ได้จากข้อมูลการเลี้ยง แบบจำลองคอมพิวเตอร์รุ่นแรกนี้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบมีรายการให้เลือก (Menu-driven interface) และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตอบคำถาม “what-if?” ที่เกี่ยวข้องกับผลิตไก่พื้นเมืองตามการจัดการอาหารและพันธุ์ไก่พื้นเมืองได้ระดับหนึ่ง

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าควรมีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับไก่อพื้นเมืองในประเทศไทย เพื่อใช้ประโยชน์จากแนวทางการวิจัยแบบ SMS โดยมีเป้าประสงค์ในระยะยาวเพื่อการควบคุมและการจัดการทรัพยากรในการผลิตไก่อพื้นเมืองอย่างผสมผสานอย่างสมบูรณ์ งานวิจัยที่สำคัญได้แก่การสร้าง ความเข้าใจตามหลักการวิทยาศาสตร์ของกระบวนการพัฒนาการและการกระบวนการเติบโตของไก่อพื้นเมือง โดยนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยเพื่อใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงระบบการผลิตไก่อพื้นเมืองในพื้นที่ชนบทไทย

## Executive summary

Despite the fact that many smallholder farming systems in developing countries and rural Thailand revolve around the interactions of crop and livestock enterprises, the modeling of these systems using combinations of detailed livestock models is comparatively under-developed. The development of a process-based Native Chicken Simulation Model, the model, in Thailand builds upon existing body of research and indigenous knowledge and incorporates the emerging information technology. Many farmers and scientists participated in its development process. The overall objective was to apply the technique of Systems Modeling and Simulation (SMS) to gain a better understanding of the growth and development processes of native chicken production systems in Thailand. The specific aim was to demonstrate the performance of a native chicken growth simulation model with respect to dietary manipulation and chicken bred and age.

During May and June 2002, the native chicken farm surveys was conducted to gain better understanding of the current production systems of rural households in Ban Hin Lad, Khon Kaen and Ban Huey Kaew, Chiang Mai. We found that the major goal of native chicken is for home consumption, with less than five hen per household. We also learned that no specific schedule for caring of the animal at the farm level. The survey as well as literature review process provide information for the team to develop a conceptual framework and a mathematical model of native chicken production systems.

The conceptual framework of the native chicken production systems suggests a low productivity in terms of meat and egg, using STELLA symbolic modeling tool. We divided the native chicken production systems into four levels, namely; potential level, management-limited level, area-limited level, and feed-limited level.

The mathematical equations of the native chicken production systems follow the four hierarchies of the conceptual framework. We separately calculate the development and the growth processes of the chicken. Four generic development stages of native chicken are used in the model, namely; egg, juvenile, reproductive, and maturity stages. The growth process has four interrelated components, namely; feed intake, feed digestion, feed utilization, and feed accumulation.

During 2004, the NativeChicken Simulator program, developed under the object-oriented C#.NET framework, builds on the well-developed theoretical framework of King and several Thai researchers, which covers both growth and feed intake and leads to models, which simulate the response of native chicken to nutritional and environmental variables. The model calculates the daily growth rate from the intake of key nutrients: isoleusine and effective energy. Protein and meat growth were limited by a potential protein growth curve, with ash and water allometrically related to protein. No account for excess protein in the diet and food intake. The model also includes the use of nutrients for feather production. There is no attempt to predict food intake, because intake data and information are available from the farm feeding system thru individual interview or farm survey. Moreover, predicting intake reliably has proved to be difficult in all livestock models. The current of the model, a menu-driven interface, may be used as a tool for addressing the “what-if?” questions of the native chicken production systems under the effects of feed characteristics and chicken performance.

This work has provided several indicators for the direction of future research on native chicken in Thailand, with the support from the SMS techniques. The longer-term aims must be to use the model for controlling resources to improve productivity of native chicken, so that entire production processes can be managed in a fully integrated way. This will require further research work to develop scientific understanding sufficient for the development and fine-tuning the model for growth and development that take into account all of the factors that affect these outputs on the farm settings, and to incorporate these models in rural production systems.



## สารบัญ

คำนำ .....	ค
บทคัดย่อ .....	จ
Abstract .....	ช
คำนิยม.....	ฅ
สรุปสำหรับผู้บริหาร .....	ฎ
Executive summary .....	ฐ
สารบัญ .....	ฌ
บทนำ.....	ด
เอกสารอ้างอิง.....	๒
ระบบการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรรายย่อย .....	๓
บทนำ.....	๓
วิธีการศึกษา.....	๓
การสำรวจและสัมภาษณ์ข้อมูลการผลิตไก่พื้นเมือง.....	๔
ผลการศึกษา .....	๔
การผลิตไก่พื้นเมือง.....	๔
การจัดการการผลิตไก่พื้นเมือง .....	๗
ถอดประสบการณ์เกษตรกร .....	๙
สรุปผลการศึกษา .....	๑๐
เอกสารอ้างอิง.....	๑๑
การพัฒนาแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของระบบการผลิตไก่พื้นเมือง A Conceptual Model of Native Chicken Production System.....	๑๓
ความสำคัญ .....	๑๓
ระบบการผลิตไก่พื้นเมืองระดับฝูงไก่ .....	๑๓
ระบบการผลิต.....	๑๔
ระบบการจัดการ .....	๑๙
สรุปผลการศึกษา .....	๒๐
เอกสารอ้างอิง.....	๒๐
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบการผลิตไก่พื้นเมือง A Mathematical Model of Native Chicken Production System.....	๒๑
บทนำ.....	๒๑
แบบจำลองคณิตศาสตร์ .....	๒๑
แบบจำลองคณิตศาสตร์ของกระบวนการพัฒนาการของไก่ (Development process) .....	๒๑
แบบจำลองคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์ระหว่างไก่.....	๒๒
แบบจำลองคณิตศาสตร์ของกระบวนการเติบโต (Growth process) .....	๒๓

ผลการทำงานของแบบจำลองคณิตศาสตร์ .....	๒๗
ผลการการทำงานของแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการเจริญเติบโต .....	๒๘
การปรับค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการเจริญเติบโต .....	๓๑
สรุป.....	๓๔
เอกสารอ้างอิง .....	๓๕
โปรแกรมแบบจำลองระบบการผลิตไก่พื้นเมือง .....	๓๗
บทนำ .....	๓๗
อุปกรณ์และวิธีการ.....	๓๗
โครงสร้างฐานข้อมูล .....	๓๗
โครงสร้างการเขียนโปรแกรม .....	๓๘
ผลการพัฒนาฐานข้อมูลและโปรแกรม .....	๓๙
การพัฒนาฐานข้อมูลนำเข้า (Input).....	๓๙
การพัฒนาฐานข้อมูลผลการจำลองไก่พื้นเมือง (Output).....	๔๑
การพัฒนาโปรแกรม .....	๔๓
ส่วนของ Code ของการ Simulate ในโปรแกรม .....	๔๗
การทดสอบแบบจำลองคอมพิวเตอร์.....	๖๓
เพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 1 ตัว .....	๖๓
เพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 4 ตัว .....	๖๔
เพศผู้ 2 ตัวและเพศเมีย 8 ตัว .....	๖๕
สรุป.....	๖๖
เอกสารอ้างอิง .....	๖๖

## บทนำ

การพัฒนา การทดสอบและการใช้งานแบบจำลองระบบเกษตร (Systems Modeling and Simulation: SMS) เป็นงานวิจัยที่ใช้แนวคิดและการปฏิบัติเชิงระบบงานหนึ่ง มีการวิจัยและพัฒนาแบบจำลองระบบเกษตรด้านพืชและด้านสัตว์อย่างแพร่หลายเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมีราคาเหมาะสม ประกอบกับปริมาณขององค์ความรู้เกี่ยวกับระบบเกษตรที่อยู่ในความสนใจ

การพัฒนาแบบจำลองระบบสามารถแบ่งได้สองแนวทางได้แก่ แนวทางที่หนึ่ง เป็นการพัฒนาแบบจำลองเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจกลไกและกระบวนการของระบบตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้มีการพัฒนาหลักการและแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น แนวทางที่สองเป็นการพัฒนาแบบจำลองระบบเพื่อการนำสู่การแก้ปัญหาที่กำลังประสบ การพัฒนาแบบจำลองไก่พื้นเมือง (NativeChickenSimulation 1.0: NCSim 1.0) เป็นการพัฒนาตามแนวทางที่หนึ่ง

ระบบการผลิตไก่พื้นเมือง หมายถึง ตัวแทนหนึ่งของการผลิตไก่พื้นเมืองในสภาพความจริง มีองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ และมีจุดมุ่งหมายของระบบการเลี้ยงไก่พื้นเมือง ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของการผลิตไก่พื้นเมืองในขอบเขตความเข้าใจระดับหนึ่งเรียกว่า “ระบบ” และสิ่งที่อยู่ภายนอกขอบเขตอันนี้เรียกว่า “สิ่งแวดล้อม” ระบบมีการติดต่อกับสิ่งแวดล้อมและแลกเปลี่ยนปัจจัยนำเข้า (Inputs) ให้เป็นผลลัพธ์ (Outputs) การพัฒนาและการสร้างแบบจำลองระบบ หมายถึง กิจกรรมการเชื่อมโยงองค์ประกอบและความสัมพันธ์ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แบบจำลองที่พัฒนาได้เป็นตัวแทนของของระบบ และมีความสามารถแสดงออกแบบเดียวกับระบบตามจุดประสงค์ที่กำหนด

ระบบการผลิตไก่พื้นเมืองมีลำดับชั้น ได้แก่ ฝูงไก่เป็นลำดับชั้นย่อยลำดับหนึ่งของระบบครัวเรือนของเกษตรกร ไก่แต่ละตัวเป็นลำดับชั้นย่อยลำดับหนึ่งของฝูงไก่ อวัยวะของไก่เป็นลำดับชั้นย่อยลำดับหนึ่งของตัวไก่ และเนื้อเยื่อแต่ละเนื้อเยื่อเป็นลำดับชั้นย่อยลำดับหนึ่งของอวัยวะไก่ เป็นต้น ลำดับชั้นของระบบมีการแลกเปลี่ยนปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์ซึ่งกันและกัน

การศึกษาความสัมพันธ์ของลำดับชั้นของระบบทำให้เกิดความเข้าใจการเชื่อมโยงขององค์ประกอบ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น จำนวนความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลำดับชั้นเพิ่มขึ้นเมื่อมีการศึกษาเพิ่มเติมขึ้น เป็นเหตุให้การอธิบายระบบหนึ่งด้วยระบบย่อยจึงหลีกเลี่ยงมิได้ที่จะต้องมีการสรุปลดทอน ถึงแม้ว่าที่แท้แล้วระบบหนึ่งจะไม่สามารถถูกลดทอนให้เป็นหน้าที่อย่างง่ายอันหนึ่งของระบบย่อยได้ การศึกษาระบบผ่านระบบย่อยจะทำให้คุณลักษณะบางประการจะสูญหายไป คุณลักษณะที่สูญหายไปนี้เรียกว่า คุณสมบัติปรากฏ (Emergent property) ซึ่งแตกต่างจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อย ไม่สามารถเชื่อมโยงกับระบบย่อยและความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยได้ แต่ในทางทฤษฎีระบบหนึ่งๆ และ คุณสมบัติปรากฏก็ไม่สามารถอธิบายด้วยระบบย่อยโดยไม่มีกรลดทอนได้

คำว่า “วิเคราะห์” นั้นมีรากศัพท์มาจากภาษากรีกที่แปลว่า “แยกส่วน” วิทยาศาสตร์ดั้งเดิมใช้หลักการวิเคราะห์เป็นพื้นฐานในการหาความรู้โดยการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆ สรุปลดปัญหาให้อยู่ในรูปสมมติฐานที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบด้วยงานทดลองหนึ่งๆ ที่ออกแบบขึ้น ส่วนคำว่า “ระบบ” มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกเช่นกัน มาจากคำที่แปลว่า “บูรณาการ” งานวิจัยเชิงระบบ ความรู้จึงได้จากการบูรณาการและไม่แยกส่วน

(Sørensen, 1998) งานวิจัยการพัฒนาและการทดสอบแบบจำลองไก่พื้นเมือง (NativeChickenSimulation 1.0: NCSim 1.0) ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาและสร้างความเข้าใจสภาพปัญหาและกำหนดขอบเขตระบบ
2. อธิบายระบบของเรื่องที่น่าสนใจด้วยภาพความคิด
3. พัฒนาโปรแกรมแบบจำลองของระบบ

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการศึกษาและสร้างความเข้าใจสภาพปัญหาและกำหนดขอบเขตระบบการผลิตไก่พื้นเมืองในระดับครัวเรือนเกษตรกรรายย่อย

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบการผลิตไก่พื้นเมืองเป็นแบบจำลองความคิด (Conceptual model) ซึ่งสามารถแยกระบบจากสิ่งแวดล้อมด้วยขอบเขตหนึ่ง ทำการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระบบและสิ่งแวดล้อม สร้างแบบจำลองเชิงกายภาพหรือเชิงสัญลักษณ์ (Physical or Symbolic model) แบบจำลองสัญลักษณ์ที่สามัญที่สุดคือชุดของสมการคณิตศาสตร์ที่ประกอบกันขึ้นเป็นแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) หรืออาจจะเรียกว่าแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation model)

ขั้นตอนที่ 3 ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่า แบบจำลองคอมพิวเตอร์ (Computer model) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้แบบจำลองนี้ประกอบการตอบคำถามเพื่อปรับปรุงและพัฒนาระบบการผลิตไก่พื้นเมืองตามจุดประสงค์ต่าง ๆ ได้

### เอกสารอ้างอิง

Sørensen, J.T. 1998. Modeling and Simulation in Applied Livestock Production Science. p. 475-494. In Peart, R.M. and R.B. Curry (eds.). Agricultural Systems Modeling and Simulation. Marcel Dekker, Inc.

# ระบบการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรรายย่อย

ศรินทิพย์ พรหมฤทธิ และอรรณชัย จินตะเวช

## บทนำ

ความรู้เดิมซึ่งเกษตรกรรายย่อยใช้ในการจัดการผลิตไก่พื้นเมืองซึ่งเป็นอาหารโปรตีนที่สำคัญของครัวเรือน เป็นความรู้ที่เป็นภูมิปัญญาซึ่งมีความเหมาะสมต่อบริบทเดิม อันเป็นการผลิตในแบบปล่อยให้ไก่หากินเองตาม บริเวณบ้าน ซึ่งบ้านเรือนชนบทเดิมมีบริเวณกว้าง เป็นพื้นดิน ปลูกพืชผักพื้นบ้านและไม้ผลรอบบริเวณ ทำให้มีแมลง และพืชอาหารให้ไก่ได้อย่างเป็นแหล่งโปรตีนและวิตามิน เกษตรกรจะให้ข้าวเปลือก ปลายข้าว รำข้าว ซึ่งเป็นอาหาร พลังงานเสริมให้กับไก่ ซึ่งในอดีตข้าวเป็นสิ่งที่เกษตรกรผลิตอยู่แล้ว มีการสร้างเล้าไก่เป็นที่สำหรับให้ไก่นอนเพื่อ ป้องกันศัตรูไก่ โดยใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น ไม้ ไม้ไผ่ และหญ้าคา มีการชนไก่ในฤดูที่ว่างจากการทำนา ซึ่งเป็นสิ่ง ที่ทำให้เกิดการคัดเลือก ปรับปรุง และแลกเปลี่ยนพันธุ์ระหว่างเกษตรกรอยู่ตลอด ซึ่งการผลิตแบบเดิมนั้นเป็นรูปแบบ ที่มีความเหมาะสมอย่างยิ่งในบริบทดังกล่าว

ปัจจุบัน วิถีชีวิต สภาพความเป็นอยู่ และทรัพยากรธรรมชาติในชนบทเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก การผลิต ทางเกษตรซึ่งเป็นพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของชนบทย่อมมีความเปลี่ยนแปลงไปด้วย แน่แน่นอนว่ารูปแบบการ ผลิตไก่พื้นเมืองที่เหมาะสมกับบริบทใหม่นี้น่าจะแตกต่างจากเดิม การทำความเข้าใจองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้สามารถปรับปรุงการผลิตได้

## วิธีการศึกษา

เพื่อทำความเข้าใจระบบการผลิตไก่พื้นเมือง โครงการวิจัยได้เลือกศึกษา 2 พื้นที่ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้ง ทางด้านเศรษฐกิจ ทรัพยากรและการผลิตทางการเกษตร ได้แก่

บ้านห้วยแก้ว อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เดินทางด้วยรถยนต์ประมาณ 30 นาทีจากตัวเมือง มีโรงงาน อุตสาหกรรมหลายแห่ง มีสนามกอล์ฟ และมีบริษัทห้างร้าน ประชากรในหมู่บ้านจึงมีอาชีพหลากหลาย ภูมิประเทศ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลุ่มในเขตชลประทาน มีที่ดินทำกินเป็นของตนเอง 149 จาก 275 ครัวเรือน โดยร้อยละ 40 มีที่ดิน ไม่เกิน 5 ไร่ และมีเพียงร้อยละ 3 ที่มีที่ดินมากกว่า 10 ไร่ทำการเกษตรแบบเข้มข้น คือมีการผลิตพืชบนพื้นที่ตลอดทั้ง ปีและใช้สารเคมีมาก พืชที่ผลิตได้แก่ ข้าว มันฝรั่ง และพืชผัก

บ้านหินลาด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น อยู่ไม่ไกลจากตัวเมืองขอนแก่นเช่นกัน แต่ไม่มีโรงงาน อุตสาหกรรมและบริษัทห้างร้านในพื้นที่ ประชากรร้อยละ 95 ของวัยทำงานล้วนประกอบอาชีพเกษตรกร ภูมิประเทศเป็นพื้นที่แบบลอนระนาบ อาศัยน้ำฝน มีที่ดินทำกินเป็นของตนเอง 318 จาก 369 ครัวเรือน โดยส่วนใหญ่ มีที่ดินมากกว่า 20 ไร่ แต่สามารถทำการผลิตได้เพียงฤดูปลูกเดียว โดยบริเวณที่ลุ่มจะปลูกข้าว ที่สูงขึ้นจะปลูกอ้อย และที่สูงสุดเกษตรกรปลูกมันสำปะหลัง (ข้อมูลในส่วนของครัวเรือนและโครงสร้างประชากรของบ้านห้วยแก้ว จ.เชียงใหม่ และบ้านหินลาด จ.ขอนแก่น ใน <http://mccweb.agri.cmu.ac.th/ttt/home>)

## การสำรวจและสัมภาษณ์ข้อมูลการผลิตไก่พื้นเมือง

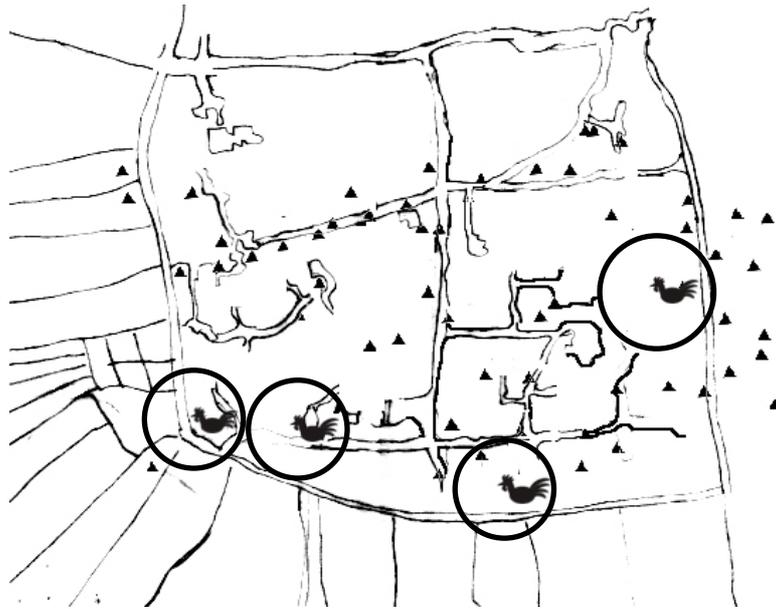
การสำรวจข้อมูลบ้านห้วยแก้วดำเนินการขึ้นในช่วงวันที่ 1 พฤษภาคม ถึง 30 มิถุนายน 2546 โดยเริ่มจากการสำรวจการผลิตไก่พื้นเมืองของหมู่บ้าน ซึ่งดำเนินการเฉพาะบ้านห้วยแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ โดยแบ่งกลุ่มขนาดการผลิตออกเป็น 3 กลุ่มตามจำนวนแม่ไก่ที่ครัวเรือนเก็บไว้เพื่อให้ลูกไก่ กลุ่มขนาดต่าง ๆ ได้แก่ 1) ครัวเรือนที่มีจำนวนแม่ไก่ต่ำกว่า 5 ตัว 2) ครัวเรือนที่มีจำนวนแม่ไก่ 5-9 ตัว และ 3) ครัวเรือนที่มีจำนวนแม่ไก่ตั้งแต่ 10 ตัวขึ้นไป จากนั้นสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการการผลิต ได้แก่ รูปแบบการเลี้ยง การจัดการอาหาร วัคซีน เล้า ฝูงไก่ และเก็บขาย (แบบสอบถาม ภาคผนวก) โดยสุ่มสัมภาษณ์ครัวเรือนในหมู่บ้านห้วยแก้ว ส่วนบ้านหินลาดนั้นมีได้สำรวจข้อมูลจำนวนและขนาดการผลิตไก่ของหมู่บ้าน แต่ดำเนินการสุ่มสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการการผลิตจำนวน 10 ครัวเรือน

## ผลการศึกษา

### การผลิตไก่พื้นเมือง

#### บ้านห้วยแก้ว

จากการสำรวจการผลิตไก่พื้นเมืองของหมู่บ้านห้วยแก้ว พบว่า มีครัวเรือนที่เลี้ยงไก่จำนวนทั้งสิ้น 100 ครัวเรือน จาก 275 ครัวเรือนในหมู่บ้าน โดยร้อยละ 82 ของครัวเรือนที่เลี้ยงไก่พื้นเมือง มีแม่ไก่ต่ำกว่า 5 ตัว ซึ่งน่าจะเป็นการเลี้ยงเพื่อบริโภคเพียงอย่างเดียว ร้อยละ 13 มีจำนวนแม่ไก่ 5-9 ตัว และร้อยละ 5 มีจำนวนแม่ไก่ตั้งแต่ 10 ตัวขึ้นไป ซึ่งน่าจะเป็นการเลี้ยงเพื่อให้เหลือจากบริโภคแล้วขายเป็นรายได้เสริม ทุกครัวเรือนที่มีแม่ไก่ตั้งแต่ 10 ตัวขึ้นไป มีที่ตั้งอยู่ห่างจากครัวเรือนอื่น ดังภาพที่ 1 เนื่องจากเกษตรกรในหมู่บ้านห้วยแก้วนั้นเลี้ยงไก่ในบริเวณบ้าน (ภาพที่ 2) ไม่มีการเลี้ยงในพื้นที่นา เนื่องจากเกษตรกรแต่ละรายถือครองพื้นที่ขนาดเล็กและอยู่ในเขตชลประทานจึงมีกิจกรรมการผลิตพืชที่ต่อเนื่องตลอดปี และใช้สารเคมีมาก จึงไม่สามารถการนำไปเลี้ยงในพื้นที่นาแบบที่บ้านหินลาดได้ และบางครัวเรือนที่มีเพื่อนบ้านที่มีบ้านแบบสมัยใหม่จำเป็นจะต้องเลิกเลี้ยงไก่พื้นเมือง เนื่องจากไก่เข้าไปคุ้ยเหยียบแปลงดอกไม้ของเพื่อนบ้านและถ่ายมูลลงบนพื้นซึ่งเป็นลานคอนกรีตหรือกระบือ อย่างไม่รู้ก็ตาม พบว่า มีเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง 12 รายที่มีสวนลำไย และอีก 1 รายมีสวนมะม่วง และยังไม่มีการนำไปเลี้ยงในพื้นที่สวน ซึ่งน่าจะเป็นโอกาสที่จะขยายการผลิตได้หากเป็นระบบการผลิตไม้ผลที่เข้ากันได้กับไก่พื้นเมือง เนื่องจากไก่พื้นเมืองอ่อนแอต่อสารกำจัดโรคและแมลง การผลิตไม้ผลที่เข้ากันได้กับไก่พื้นเมืองจะต้องเป็นการผลิตที่ไม่ใช้สารพิษ ส่วนการผลิตในพื้นที่นาเป็นไปไม่ได้ เนื่องจากเกษตรกรแต่ละรายถือครองพื้นที่ขนาดเล็ก และยังมีการผลิตมันฝรั่งและผักต่อเนื่องตลอดปี ซึ่งเป็นการผลิตที่ใช้สารกำจัดโรคและแมลงมาก



ภาพที่ 1 ที่ตั้งของครัวเรือนที่มีแม่ไก่ตั้งแต่ 10 ตัวขึ้นไป ในบ้านห้วยแก้ว อ.สันทราย จ.เชียงใหม่



ภาพที่ 2 ไก่พื้นเมืองถูกเลี้ยงอยู่ในบริเวณบ้านที่บ้านห้วยแก้ว

### บ้านหินลาด

สำหรับบ้านหินลาดนั้นถึงแม้ว่าจะไม่ได้ทำการสำรวจการเลี้ยงไก่ทุกครัวเรือนอย่างบ้านห้วยแก้ว แต่จากการสุ่มสัมภาษณ์ 10 ครัวเรือน พบว่า 2 ใน 10 ครัวเรือนมีแม่ไก่น้อยกว่า 5 ตัว 5 ใน 10 ครัวเรือนมีแม่ไก่ 5-9 ตัว และ 3 ใน 10 ครัวเรือนมีแม่ไก่ตั้งแต่ 10 ตัวขึ้นไป เมื่อสัมภาษณ์เป้าหมายของการผลิตพบว่า 6 ใน 10 รายนี้เลี้ยงเพื่อบริโภคเพียงอย่างเดียว 2 ใน 10 รายเลี้ยงเพื่อบริโภคและขายเมื่อมีไก่อมากเกินความต้องการ ส่วนอีก 2 ใน 10 เลี้ยงเพื่อหวังให้เป็นรายได้เสริม จะเห็นได้ว่า ไก่พื้นเมืองเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญของเกษตรกร ซึ่งอาจจะเป็นเพราะชาวบ้านหินลาดมีรายได้ส่วนใหญ่มาจากภาคเกษตร ซึ่งรายได้จากภาคเกษตรนี้จะได้รับเมื่อขายผลผลิตเท่านั้น การเลี้ยงไก่พื้นเมืองจึงช่วยให้เกษตรกรมีโปรตีนบริโภคตลอดทั้งปีโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่เป็นตัวเงิน

ที่บ้านหินลาด 5 ใน 10 ของครัวเรือนเลี้ยงไก่ในพื้นที่นา โดยหนึ่งในนี้มักกลับไปเลี้ยงที่บ้านในบางฤดู ส่วนอีก 2 ใน 10 ครัวเรือนเลี้ยงในพื้นที่สวนผสมพื้นบ้าน ได้แก่ กกล้วย และผักสวนครัวพื้นบ้าน มีเพียง 3 ใน 10 ครัวเรือนเท่านั้นที่เลี้ยงไก่ที่บ้าน ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะวัฒนธรรมการสร้างบ้านเรือนของบ้านห้วยแก้วนั้นไม่นิยมที่จะออกไปสร้างบ้านนอกบริเวณชุมชน ทำให้บ้านเรือนในชุมชนอยู่ชิดกันมาก (ภาพที่ 3) จึงมีบริเวณสำหรับเลี้ยงไก่อ้น้อยมาก ประกอบกับเกษตรกรมีพื้นที่ไร่ขนาดใหญ่ จึงมีการนำไก่ออกไปเลี้ยงในที่นากันมาก (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3 การสร้างบ้านเรือนของหมู่บ้านหินลาด



ภาพที่ 4 กระท่อมกลางนาบ้านหินลาด ที่เกษตรกรนำไปเลี้ยง

## การจัดการการผลิตไก่พื้นเมือง

### อาหาร

จากการสัมภาษณ์ข้อมูลการจัดการการผลิตไก่พื้นเมือง สรุปได้ว่า ทุกครัวเรือนทั้งที่บ้านห้วยแก้วและบ้านหินลาดผลิตแบบปล่อยให้ไก่หากินอาหารจากธรรมชาติเป็นหลัก เนื่องจากไก่พื้นเมืองเติบโตช้า ระยะเวลาการเลี้ยงไก่จนกระทั่งขายได้นั้นนานถึง 4 เดือนหรือ 120 วัน ซึ่งไก่จะมีน้ำหนักประมาณ 1.2 กิโลกรัม ทั้งสองพื้นที่ขายไก่ได้ราคาเดียวกัน คือ กิโลกรัมละ 50-55 บาท หรือคิดเป็นตัวอยู่ที่ประมาณตัวละ 60 บาท ดังนั้นต้นทุนจะต้องต่ำกว่าวันละ 0.5 บาทต่อตัว การเลี้ยงไก่พื้นเมืองด้วยอาหารสำเร็จจึงไม่คุ้มทุน เกษตรกรจึงปล่อยให้ไก่อาศัยแหล่งโปรตีนจากธรรมชาติได้แก่ พวกแมลงและสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ส่วนแหล่งอาหารพลังงานนั้น เกษตรกรบ้านหินลาดมีรูปแบบการจัดการอาหารที่ใกล้เคียงกัน แต่บ้านห้วยแก้วมีความหลากหลายของการจัดการมากกว่า

เกษตรกรบ้านหินลาด 9 ใน 10 จะผสมรำข้าวกับปลายข้าวหรือข้าวเปลือกให้กับไก่ และ 2 ใน 9 รายนี้ผสมอาหารสำเร็จสำหรับไก่ด้วย โดยสัดส่วนที่ผสมจะใช้รำข้าวเป็นหลักคือประมาณร้อยละ 75 เนื่องจากราคาถูก คือ ปีบละ 15 บาท มีเพียง 1 รายเท่านั้น ให้ปลายข้าวอย่างเดียว แหล่งรำข้าวคือโรงสีในหมู่บ้าน ส่วนข้าวเปลือกและปลายข้าวที่ส่วนใหญ่มักเกษตรกรมีอยู่แล้ว ทั้ง 10 รายที่สุ่มสัมภาษณ์นี้มี 8 รายให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น และ 2 รายให้ 1 ครั้งในตอนเช้า

สำหรับเกษตรกรบ้านห้วยแก้วนั้นให้ปลายข้าวอย่างเดียว 1 ใน 4 ราย อีกหนึ่งรายให้ปลายข้าวผสมรำข้าวและอีก 2 ใน 4 รายให้อาหารสำเร็จสำหรับไก่ โดยรายหนึ่งให้อาหารสำเร็จสำหรับไก่เล็ก แต่ให้เฉพาะช่วงไก่อายุต่ำกว่า 2 เดือนเท่านั้น ส่วนอีกรายหนึ่งให้อาหารสำเร็จสำหรับไก่ชน ทั้งนี้ 3 ใน 4 รายที่สุ่มสัมภาษณ์ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น อีก 1 รายให้ 1 ครั้งในตอนเช้า

### เล้า

เกษตรกรบ้านหินลาดทั้ง 10 ครัวเรือนที่สุ่มสัมภาษณ์ สร้างเล้าโดยใช้ไม้ หรือไม้ไผ่ ซึ่งเป็นวัสดุหาได้ในท้องถิ่น สาเหตุที่ทำให้เกษตรกรทุกครัวเรือนต้องสร้างเล้าให้ เนื่องจากปัญหาศัตรูไก่ ได้แก่ หนู และฟังพอน ซึ่งทำให้สูญเสียไก่เป็นจำนวนมาก สำหรับการทำความสะอาดเล้านั้น ส่วนใหญ่จะทำเมื่อเปลี่ยนโครงสร้างเท่านั้น มีเกษตรกรเพียง 2 ใน 10 รายเท่านั้นที่ทำความสะอาดทุก 5 วันและทุก 1 เดือน ตามลำดับ

ส่วนเกษตรกรบ้านห้วยแก้ว 2 ใน 4 ครัวเรือนที่สุ่มสัมภาษณ์มีเล้าให้กับไก่ รายหนึ่งเป็นเล้าที่เคยใช้เลี้ยงไก่ชน แต่ปัจจุบันเลิกเลี้ยงสำหรับชนแล้ว และอีกรายหนึ่งเป็นผู้ที่เลี้ยงเพื่อขายเป็นไก่ชน ส่วนเกษตรกรที่เลี้ยงเป็นรายได้เสริมนั้นไม่ได้ทำเล้าสำหรับไก่ ปล่อยให้ไก่อาศัยนอนตามชายคาบ้านและโรงเก็บของ ที่ไม่เตรียมให้อาจเป็นเพราะ ศัตรูไก่ไม่ใช่ปัญหาใหญ่ในพื้นที่ และจากการสัมภาษณ์เกษตรกรบ้านห้วยแก้วไม่ได้กล่าวถึงการตายที่เกิดขึ้นจากศัตรูไก่เลย มีเพียงการตายที่เกิดจากไก่ตัวอื่นในฝูงและจากการเจ็บป่วยเท่านั้น

### วัคซีน

สำหรับบ้านหินลาดนั้น มีเพียง 1 ใน 10 ของครัวเรือนเท่านั้น ที่ให้วัคซีนแก่ไก่ โดยให้ครบตามรูปแบบที่แนะนำโดยทั่วไป (อภิชัย 2541) ซึ่งเป็นเกษตรกรรายเดียวกับที่ทำความสะอาดเล้าทุก 5 วัน และให้อาหารที่ผสมอาหารสำเร็จสำหรับไก่ด้วย

ส่วนบ้านห้วยแก้วนั้นมีเกษตรกร 2 ใน 4 รายที่ให้วัคซีน หนึ่งในสองรายนี้เลี้ยงเพื่อเป็นรายได้เสริม โดยให้วัคซีน 1 ครั้งเมื่อไก่อายุ 1 เดือน ส่วนอีกรายเลี้ยงเพื่อขายเป็นไก่ชนและให้วัคซีนครบตามรูปแบบที่แนะนำโดยทั่วไป

วัคซีนนั้นไม่ได้มีราคาแพง แต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากต้องเก็บในที่เย็น และปริมาณวัคซีนที่ให้ต่อไก่หนึ่งตัวนั้นน้อย อายุไก่ในฝูงก็หลากหลายไม่สามารถให้วัคซีนพร้อม ๆ กันได้ วัคซีนที่เหลือไม่สามารถเก็บไว้ใช้ต่อได้ อีกทั้งไก่พื้นเมืองว่องไวจับยาก การให้วัคซีนจึงเป็นเรื่องที่ยุ่งยากสำหรับเกษตรกร อย่างไรก็ตาม เกษตรกรมีการจัดการเรื่องโรคไก่ โดยการแยกไก่ออกจากฝูงทันทีเมื่อพบว่าไก่เป็นโรค และเกษตรกรบางรายป้องกันการระบาดของโรคโดยการไม่นำไก่จากภายนอกมาทำอาหาร

### ฝูงไก่

เกษตรกรควบคุมขนาดของฝูงไก่โดยการควบคุมจำนวนพ่อแม่ไก่ในฝูง เนื่องจากการเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติ หากฝูงไก่หนาแน่นมากเกินไป นอกจากจะทำให้อาหารที่มีอยู่ตามธรรมชาติไม่เพียงพอแล้ว ยังเกิดปัญหาการตายของลูกไก่จากการเหยียบ จิก หรือตีโดยไก่ตัวอื่นในฝูง และปัญหาไขข้อรังของแม่ไก่ซึ่งทำให้เกิดการแย่งรังกันและไขฟักไม่สมบูรณ์

เกษตรกรบ้านหินลาด 9 ใน 10 รายที่สุ่มสัมภาษณ์รักษาจำนวนพ่อแม่ไก่ไว้ที่ 1 ต่อ 4 ตัว 2 ต่อ 8 ถึง 10 ตัว และ 4 ต่อ 15 ถึง 20 ตัว เมื่อคิดเป็นสัดส่วนพบว่าอยู่ระหว่าง 1 ต่อ 4 ถึง 1 ต่อ 5 ตัว ซึ่งไม่เกินสัดส่วน 1 ต่อ 6 ที่แนะนำโดยบัญญัติและคณะ (อ้างโดย เกียรติไกร 2543) และมี 1 ใน 10 รายที่มีสัดส่วนพ่อแม่ไก่ 1 ต่อ 2 ตัว ทั้งนี้เกือบทั้งหมดเป็นการเลี้ยงแบบปล่อยให้ไก่จับคู่ผสมพันธุ์เองตามธรรมชาติ มีเพียง 1 รายที่จับคู่ผสมพันธุ์ และแยกลูกไก่จากแม่เมื่ออายุ 2 สัปดาห์ ซึ่งเป็นรายเดียวกับที่ให้วัคซีน และทำความสะอาดเล้าทุก 5 วัน

ส่วนเกษตรกรบ้านห้วยแก้ว รายที่เลี้ยงโดยมุ่งหวังให้เป็นรายได้เสริมมีจำนวนพ่อแม่ไก่ 2 ต่อ 7 ตัว ผู้สูงอายุนึ่งวัยไว้บริเวณมีพ่อแม่พันธุ์ 1 ต่อ 8 ตัว และอีกรายหนึ่งเก็บเฉพาะแม่พันธุ์ 1 ตัวอาศัยพ่อพันธุ์เพื่อนบ้าน ส่วนเกษตรกรที่เลี้ยงขายเป็นไก่ชนมีพ่อแม่พันธุ์ 3 ต่อ 5 ตัว และเป็นรายเดียวที่มีการจับคู่ผสมพันธุ์และแยกลูกไก่จากแม่ไก่เพื่อดูแลเองเมื่อลูกไก่อายุ 1 สัปดาห์ ซึ่งเป็นรายเดียวกับที่ทำความสะอาดเล้าทุกเดือนและให้วัคซีนครบ

### การเก็บเกี่ยว

เกษตรกรบ้านหินลาด 6 ใน 10 รายเลี้ยงไก่เพื่อบริโภคเพียงอย่างเดียวไม่นำออกขาย อีก 2 รายจะขายเมื่อมีไก่มากเกินความต้องการ และ 2 ใน 10 เลี้ยงเพื่อเป็นรายได้เสริม ส่วนใหญ่จะเป็นการขายให้กับคนในหมู่บ้านหรือหมู่บ้านใกล้เคียง นานๆ ครั้งจึงจะมีพ่อค้าจากภายนอกเข้ามารับซื้อ โดยขายไก่มีชีวิตได้กิโลกรัมละ 50-55 บาท ทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยเกษตรกรจะเลือกขายหรือบริโภคไก่ที่ตัวเล็กเพื่อเก็บตัวที่มีลักษณะดีไว้ให้ลูกต่อไป ส่วนไข่นั้น ไม่มีการเก็บขายหรือกิน ยกเว้นไขที่ไม่สามารถฟักออกเป็นตัวได้ ซึ่งแม่ไก่จะเขี่ยออกมานอกรัง

ที่บ้านห้วยแก้วราคาขายไก่มีชีวิตอยู่ที่กิโลกรัมละ 50 บาททั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยจะขายให้กับคนในหมู่บ้านซึ่งประกอบอาชีพขายไก่ชำแหละ และเกษตรกรรายที่เลี้ยงเป็นรายได้เสริมนี้ ชำแหละไก่ไปขายเองที่ตลาดในหมู่บ้าน ซึ่งขายได้กิโลกรัมละ 80 บาท โดยเกษตรกรจะเลือกขายหรือบริโภคไก่ที่ตัวเล็กเพื่อเก็บตัวที่มีลักษณะดีไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์เช่นกัน ส่วนไข่นั้น ไม่มีการเก็บขายหรือกิน เว้นแต่ไขจะไม่ฟัก

ส่วนผู้ที่เลี้ยงเป็นไก่ชนนั้น จะเก็บไขชุดแรกของแม่ไก่ออก ไม่ให้แม่ไก่ฟัก เพราะเชื่อว่าไก่ที่เกิดจากไขชุดแรกไม่สามารถเป็นไก่ชนที่ดี สำหรับการขายเป็นไก่ชนนั้นขายได้ตัวละ 300 บาทขึ้นไปขึ้นอยู่กับลักษณะของไก่ ส่วนไก่ที่ไม่มีคุณลักษณะของการเป็นไก่ชนจะใช้บริโภคในครัวเรือน

## ถอดประสบการณ์เกษตรกร

เกษตรกรมีประสบการณ์ในการเลี้ยงไก่เป็นระยะเวลายาวนาน มีความเข้าใจเกี่ยวกับไก่ค่อนข้างมาก แต่การเรียกชื่อระยะหรือรุ่นของไก่นั้น ดูเหมือนจะแตกต่างกันไปจากที่เรียกกันในวงวิชาการ เมื่อสอบถามข้อมูลโดยเรียกเป็นไก่รุ่น ไก่ใหญ่ และไก่แก่ จึงทำให้ได้คำตอบออกมาหลากหลายและไม่ตรงกัน ส่วนข้อมูลในเรื่องของระยะเวลาวางไข่ จำนวนไข่ที่วาง ระยะเวลาฟัก จำนวนไข่ที่ฟักออก สัดส่วนเพศของลูกไก่ อัตราการรอดชีวิต และสาเหตุการตายนั้น ได้คำตอบที่ไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน และใกล้เคียงกับข้อมูลทางวิชาการ (เกรียงไกร 2543) ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

**ตาราง 1: ระยะเวลาพัฒนาการและช่วงเวลาของแต่ละระยะในความหมายของเกษตรกร**

พฤติกรรมและคุณสมบัติของไก่พื้นเมือง		หมายเหตุ
ระยะผสมพันธุ์	10-20 วัน	
ระยะเวลาวางไข่	10-16 วัน	
จำนวนไข่ต่อชุด	7-15 ฟอง	
จำนวนที่ฟักออก	7-12 ตัว	
ระยะเวลาฟัก	21 และ 25 วัน	มีเกษตรกรเพียง 1 รายให้ข้อมูลระยะเวลาฟักเป็น 25 วัน
ระยะเวลาเลี้ยงลูก	2 เดือน	แม่ไก่บางตัวเลี้ยงลูกนาน บางตัวเลี้ยงสั้น
อายุเมื่อแยกเพศได้	2-4 สัปดาห์	จะเริ่มดูเพศไก่ออก
ลูกเพศผู้ต่อเพศเมีย	ร้อยละ 40:60 ถึง 30:70	ทำให้ในฝูงมีไก่เพศเมียมากกว่าเพศผู้
ไก่รุ่น	ไก่อายุ 3-4 เดือน	บางส่วนเข้าใจว่าไก่รุ่นคือไก่อายุ 3-4 เดือน
	ไก่อายุ 6 เดือน	บางส่วนเข้าใจว่า 6 เดือน
ไก่ใหญ่	ไก่อายุ 6 เดือน	เกษตรกรที่ระบุว่าไก่รุ่น อายุ 3-4 เดือน จะบอกว่าเป็นไก่ใหญ่
	ไก่อายุ 1 ปี	เมื่อ 6 เดือน และที่บอกว่าเป็นไก่รุ่นเมื่อ 6 เดือน จะบอกว่าเป็นไก่ใหญ่เมื่ออายุ 1 ปี
ไก่แก่	ส่วนใหญ่บอกว่าอายุ 2 ปี	แต่ก็มีบางรายที่บอกว่า 3 ปี มีเพียงรายเดียวที่บอกว่า 1 ปี
จำนวนไก่ที่รอดชีวิต	5-8 ตัว	เกษตรกรระบุว่าสาเหตุการตายหลักคือ ศัตรู ซึ่งได้แก่ งู พังพอน และหนู ส่วนโรคนั้นเกษตรกรไม่ทราบว่าเป็นโรคอะไร ทราบเพียงว่าหงอยแล้วก็ตายไป ปกติลูกไก่หงอยตายเพียง 1-2 ตัวในหนึ่งฝูง ในความรู้สึกของเกษตรกรโรคระบาดนั้นนานๆ จะเกิดขึ้นเช่นเดียวกับภัยธรรมชาติ

ที่มา: ข้อมูลสรุปจากการสัมภาษณ์เกษตรกรบ้านห้วยแก้ว จ.เชียงใหม่ และบ้านหินลาด จ.ขอนแก่น

## สรุปผลการศึกษา

รูปแบบการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรรายย่อยที่สามารถสรุปได้จากการศึกษาจากสองพื้นที่ ได้แก่ เกษตรกรปล่อยให้ไก่หากินอาหารจากธรรมชาติเป็นหลัก เนื่องจากเกษตรกรเห็นว่าไก่พื้นเมืองเติบโตช้าการเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จจึงไม่คุ้มทุน เกษตรกรปล่อยให้ไก่อาศัยแหล่งโปรตีนจากธรรมชาติได้แก่ พวกแมลงและสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก สำหรับอาหารพลังงานนั้นเกษตรกรจัดหาให้กับไก่ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้อาหารที่หาได้ในท้องถิ่น วัคซีนนั้นไม่ได้มีราคาแพง แต่เกษตรกรไม่เตรียมให้เนื่องจากต้องเก็บในที่เย็น อายุไก่ในฝูงหลากหลายไม่สามารถให้วัคซีนพร้อมๆ กันได้ จึงเหลือและไม่สามารถเก็บไว้ใช้ได้ อีกทั้งไก่ป่วยไวรัสบางชนิด และเกษตรกรยังไม่เห็นว่าการตายจากโรคเป็นปัญหาสำคัญ ปัญหาการตายของไก่พื้นเมืองส่วนใหญ่เป็นการตายจากศัตรูไก่และไก่ตัวอื่นในฝูง ดังนั้น การเตรียมเล้าไก่จึงมีความจำเป็นมากกว่าสำหรับพื้นที่ที่มีปัญหาศัตรูไก่ และเนื่องจากเป็นการเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติ ฝูงไก่ที่หนาแน่นจึงมักเกิดปัญหาการตายของลูกไก่เนื่องจากถูกไก่ตัวอื่นจิกหรือตี เกษตรกรจึงควบคุมขนาดฝูงโดยการควบคุมจำนวนพ่อแม่พันธุ์ สัดส่วนที่เกษตรกรรักษาเก็บไว้เพื่อให้ลูกอยู่ที่พ่อแม่ 1 ตัวต่อแม่ไก่ 4 ถึง 5 ตัว โดยจะคัดเลือกไก่ที่สุขภาพดีตัวโตเอาไว้ในฝูง เกษตรกรจะเลือกบริเวณหรือชายไก่ที่ตัวเล็ก ส่วนใหญ่เกษตรกรเลี้ยงไก่เพื่อบริเวณเท่านั้น เกษตรกรบางส่วนขายไก่ส่วนที่เหลือจากการบริเวณ ซึ่งเป็นการขายในหมู่บ้านหรือหมู่บ้านใกล้เคียงเท่านั้น อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงไก่พื้นเมืองเป็นระบบการผลิตที่มีความสามารถในการพึ่งพาตนเองสูงมาก พันธุ์ไก่และปัจจัยการผลิตสามารถหาได้ในท้องถิ่น และเนื่องจากเนื้อไก่พื้นเมืองเป็นโปรตีนคุณภาพสูง ความต้องการบริเวณจึงมีมากกว่าปริมาณที่ผลิตออกสู่ตลาด

สำหรับรายละเอียดของแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน ข้อจำกัดของบ้านห้วยแก้วอยู่ที่พื้นที่ในการผลิต เกษตรกรมีที่ดินทำกินขนาดเล็ก ใช้ผลิตพืชตลอดปีและใช้สารเคมีมาก ทำให้ไม่สามารถใช้เลี้ยงไก่ได้ แต่ก็มีเกษตรกรที่มีสวนไม้ผล ซึ่งเป็นไปได้ที่จะใช้เลี้ยงไก่หากเป็นสวนไม้ใช้สารกำจัดโรคและแมลง ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งก็คือการที่เกษตรกรจำนวนมากไม่ได้ปลูกข้าวทำให้ต้องซื้อข้าวเปลือกหรือปลายข้าวสำหรับเลี้ยงไก่ ส่วนบ้านหินลาดนั้นถึงแม้ว่าจะมีพื้นที่มาก แต่ก็มีข้อจำกัดอยู่ที่การที่ไก่ต้องหาพึ่งพาอาหารที่มีอยู่ตามธรรมชาติซึ่งขาดแคลนในบางฤดูกาล และการเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาตินี้มีข้อจำกัดของการจิก ตี และไขข้อรัง จึงทำให้ต้องควบคุมไม่ให้ฝูงไก่มีขนาดใหญ่มากเกินไป จะเห็นว่า การเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาตินั้น ถึงแม้ว่าจะไม่ต้องลงทุนและไม่ต้องการมาก แต่ก็ให้ผลผลิตต่ำ

ดังนั้น การจัดการอาหารที่เหมาะสมกับท้องถิ่น และการจัดการฝูงไก่ที่เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการปรับปรุงการเลี้ยงไก่พื้นเมือง อย่างไรก็ตาม การจะหาวิธีการจัดการอาหารที่เหมาะสมได้ จะต้องทราบความต้องการอาหารของไก่พื้นเมืองแต่ละตัว ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงชีวิต จึงจะสามารถประเมินความต้องการอาหารของไก่ทั้งฝูงได้ เมื่อทราบความต้องการอาหารแล้ว จึงสรรหาวัตถุดิบที่มีธาตุอาหารและคุณสมบัติตามที่ไก่ต้องการและหาได้ในพื้นที่หรือสามารถผลิตได้เองด้วยวิธีการง่าย ๆ ส่วนการหารูปแบบการจัดการฝูงที่เหมาะสม จะต้องทราบความต้องการพื้นที่ในการใช้ชีวิตของไก่แต่ละช่วงชีวิตก่อน แล้วจึงจะสามารถจัดการฝูงไก่ให้เหมาะสมกับพื้นที่ และจัดสรรพื้นที่สำหรับไก่ได้อย่างเหมาะสม

ในการคาดการณ์หรือประเมินความต้องการอาหารและพื้นที่ใช้ชีวิตของฝูงไก่ ซึ่งเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามพัฒนาการและการเติบโตไก่ในฝูง จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่สามารถผนวกความเปลี่ยนแปลงของแต่ละองค์ประกอบในระบบและอิทธิพลของปัจจัยการผลิตและสภาพแวดล้อมที่มีต่อระบบได้ แบบจำลองคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่บูรณาการองค์ความรู้เท่าที่มีอยู่อย่างเป็นระบบ จึงเป็นเครื่องมือที่สามารถคาดการณ์พฤติกรรมของระบบ ทั้งนี้ความแม่นยำของแบบจำลองจะมากขึ้นเรื่อยๆได้ขึ้นอยู่กับองค์ความรู้ที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน อย่างไรก็ตามการสร้างแบบจำลองช่วยเสริมสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เกิดการบูรณาการและเชื่อมโยงองค์ความรู้

### เอกสารอ้างอิง

- เกรียงไกร โชประการ วัชรพงษ์ วัฒนกุล กิตติ วงศ์วิเศษฐ และวรพงษ์ สุริยจันทร์าททอง. 2543 ไก่พื้นเมืองและไก่ลูกผสมพื้นเมือง: อดีตและปัจจุบัน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ. 88 หน้า.
- อภิชัย รัตนวราหะ. 2541 ไก่พื้นเมืองสัตว์เศรษฐกิจระดับชาวบ้าน. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ. 95 หน้า.
- อรรถชัย จินตะเวช และคณะ 2547: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจผลิตพืชในระดับท้องถิ่น [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://mccweb.agri.cmu.ac.th/ttt/home/> (1 ตุลาคม 2547).



# การพัฒนาแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของระบบการผลิตไก่พื้นเมือง A Conceptual Model of Native Chicken Production System

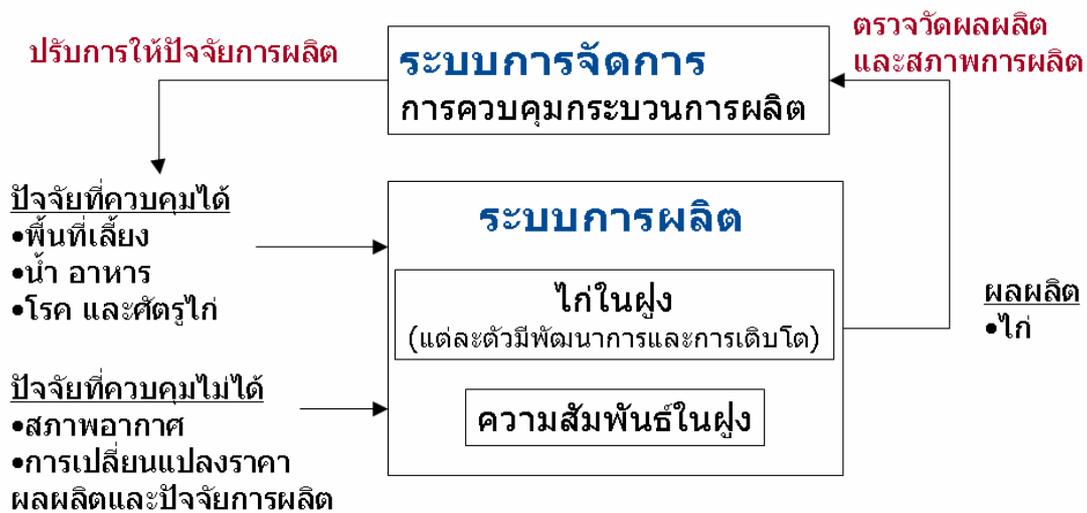
ศรินทิพย์ พรหมฤทธิ และอรรณชัย จินตะเวช

## ความสำคัญ

หลังจากที่ทำความเข้าใจระบบการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกรรายย่อยแล้ว พบว่า การจัดการส่วนใหญ่เป็นการจัดการที่ระดับฝูงไก่ ลำดับชั้นของระบบที่สนใจจึงอยู่ที่ระดับฝูงไก่ การอธิบายระบบในรูปแบบของแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual model) จึงเริ่มจากระบบในระดับฝูงไก่ และระบบย่อยของระดับฝูง

## ระบบการผลิตไก่พื้นเมืองระดับฝูงไก่

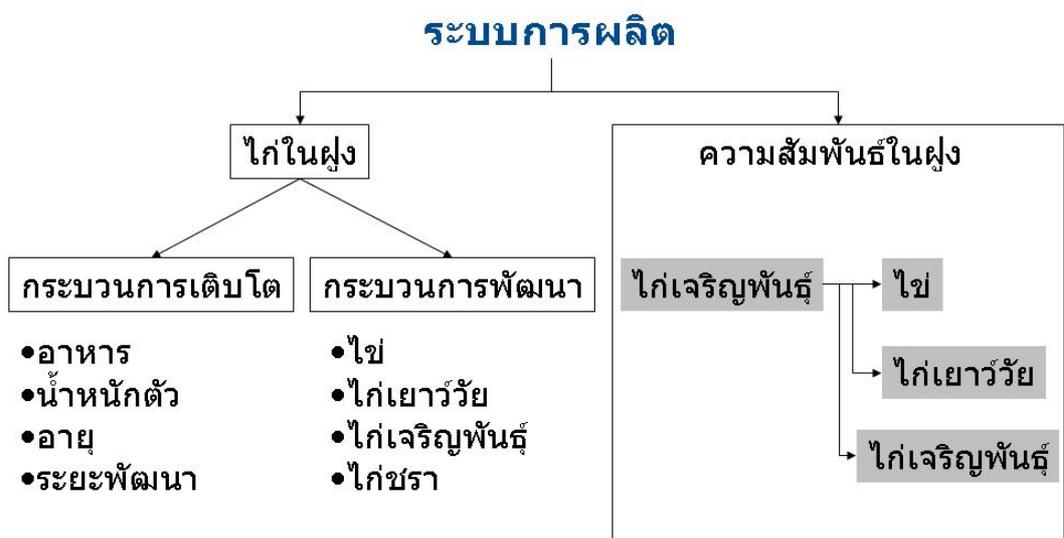
การพัฒนาแบบจำลองระดับฝูงไก่ จำเป็นจะต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการผลิต (Production) กับการจัดการ (Management) ซึ่งการผลิตคือการเปลี่ยนปัจจัยการผลิตให้เป็นผลผลิต ซึ่งปัจจัยการผลิตมีทั้งที่จัดการหรือควบคุมได้ และควบคุมไม่ได้ และการจัดการคือการควบคุมกระบวนการผลิต ระบบในระดับฝูงไก่จึงประกอบด้วย 2 ระบบย่อย คือ ระบบการผลิต (Production system) และระบบการจัดการ (Management system) ซึ่งระบบการผลิตประกอบด้วยไก่และความสัมพันธ์ในฝูง ซึ่งได้รับผลกระทบจากปัจจัยการผลิต ผลได้จากการผลิตได้แก่ผลผลิต ระบบการจัดการเป็นระบบที่พิจารณาสถานะของการผลิตและผลผลิตที่ได้จากฝูง เพื่อเปรียบเทียบกับเป้าหมายของการผลิต อันจะนำไปสู่การตัดสินใจในการจัดการหรือควบคุมปัจจัยการผลิตที่สามารถควบคุมได้ สำหรับการผลิตไก่พื้นเมืองนั้นปัจจัยการผลิตที่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ พื้นที่เลี้ยง น้ำ อาหาร โรคและศัตรูไก่ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างการผลิต (Production) กับการจัดการ (Management)

**ระบบการผลิต**

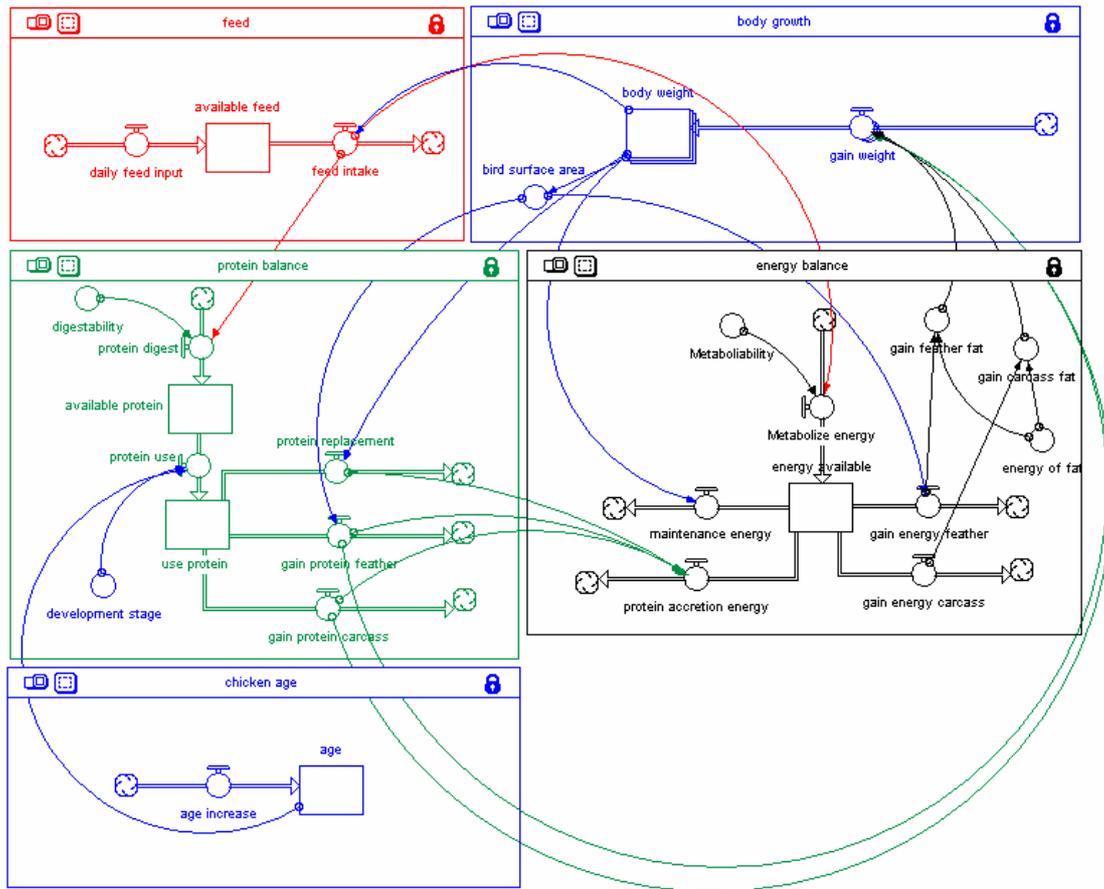
เมื่อพิจารณาระบบการผลิต ซึ่งประกอบด้วยไถในฝูง พบว่า ระบบการผลิตไถพื้นเมืองเป็นระบบที่เลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติ ไถในฝูงมีความหลากหลายช่วงวัย เลี้ยงแบบคละกัน ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างไถจึงมีความหลากหลาย ระบบการผลิตจึงประกอบด้วย 2 ระบบย่อย คือ ระบบไถ และระบบความสัมพันธ์ระหว่างไถ โดยระบบไถหรือไถแต่ละตัวย่อมผ่านกระบวนการพัฒนา ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยา และผ่านกระบวนการเติบโต เป็นการเปลี่ยนแปลงทางขนาดหรือน้ำหนัก นอกจากนี้ ไถในแต่ละระยะพัฒนาการจะสัมพันธ์กับไถตัวอื่นที่อยู่ในระยะพัฒนาการต่าง ๆ อย่างแตกต่างกันด้วย ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับฝูงไถอีกทอดหนึ่ง (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ระบบย่อยไถและความสัมพันธ์ระหว่างไถในฝูงของระบบการผลิต

**กระบวนการเติบโต**

กระบวนการเติบโตหรือการสะสมน้ำหนักของไถ เป็นผลโดยตรงของการเปลี่ยนอาหารซึ่งไถกินเข้าไปให้เป็นสารอาหารซึ่งสะสมในส่วนต่างๆ ของร่างกายในรูปของโปรตีนและไขมัน ซึ่งความสามารถในการย่อย ใช้ และสะสมโปรตีนและพลังงานแตกต่างกันตามระยะพัฒนาการ (ภาพที่ 3) กระบวนการเติบโตนั้นไม่มีอิทธิพลต่อกระบวนการพัฒนา หากเป็นการเติบโตตามปกติ ซึ่งไม่มีภาวะขาดแคลนอาหารหรือน้ำ



ภาพที่ 3 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของกระบวนการเติบโต

จากแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ซึ่งสร้างจากความสัมพันธ์ที่ได้จากการตรวจเอกสารงานวิจัยของ King (2001) ด้วยโปรแกรม STELLA 7.0 (High Performance Systems, Inc., 2001) (ภาพที่ 3) สามารถสรุปให้เห็นทั้งกระบวนการได้ว่า ปริมาณการกินอาหารของไก่ (feed intake) จะขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่มีอยู่ (feed available) และปริมาณอาหารที่ต้องการ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวของไก่ (body weight) น้ำหนักของไก่หนึ่งตัวจะประกอบด้วยขน และตัวไก่ซึ่งจะมีโปรตีน ไขมัน และน้ำ เป็นองค์ประกอบ อาหารไก่ ซึ่งมีโปรตีน และพลังงานเป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อไก่กินเข้าไปจะถูกย่อยและเผาผลาญ (digest and metabolize) ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายไก่ โปรตีนที่ย่อยนี้จะถูกนำไปใช้ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ (protein replacement) เมื่อเหลือก็จะสะสมในขน (gain feather) และในตัวไก่ (gain carcass) และการสะสมโปรตีนนี้ยังต้องการพลังงาน (protein accretion energy) ด้วย พลังงานที่เผาผลาญได้นี้จะใช้ในการดำรงชีวิต (maintenance) และสะสมโปรตีน (protein accretion) เมื่อเหลือจึงจะสะสมในรูปของไขมันในขน (feather fat) และตัวไก่ (carcass fat) การสะสมโปรตีนและไขมันนี้ (gain protein and fat) จะทำให้ไก่อมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นและมีความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นต่อไป อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการกิน ย่อย เผาผลาญ ใช้ และสะสมโปรตีนและพลังงานของไก่อนี้ จะแตกต่างกันตามระยะพัฒนาการของไก่ โดยความสามารถในการใช้โปรตีนในการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของไก่อในระยะเยาว์วัยจะขึ้นอยู่กับอายุของไก่ ส่วนไก่อในระยะเจริญพันธุ์นั้นจะขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ความสัมพันธ์ เช่น แม่ไก่อที่กำลังพัฒนาไข่ในท้อง มีการใช้โปรตีนและพลังงานสูงกว่าปกติ เป็นต้น นอกจากนี้ความสามารถในการกิน ย่อย ใช้ และสะสมโปรตีน และพลังงานยังแตกต่างกันตามศักยภาพของสายพันธุ์อีกด้วย

**กระบวนการพัฒนา**

การศึกษากระบวนการพัฒนาการของไก่พื้นเมืองที่มีอยู่ เป็นการศึกษากระบวนการที่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงการผลิตไก่พื้นเมือง เมื่อนำมาจำแนกตามการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาพื้นฐานที่ไก่ทุกตัวจะต้องผ่าน มีความสำคัญต่อการจัดการผลิต และตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในการเติบโตอย่างแตกต่างกัน สามารถแบ่งได้ 4 ระยะหลัก (ตาราง 1) ได้แก่ ไข่ (eggs) ระยะเยาว์วัย (juveniles) ระยะเจริญพันธุ์ (adults) ระยะชรา (elders)

**ตาราง 1 ช่วงเวลาของแต่ละระยะพัฒนาการของไก่**

รหัสพัฒนาการ	ระยะพัฒนาการ	ช่วงระยะพัฒนาการ (วัน)		คำอธิบาย
		เพศผู้	เพศเมีย	
1	ไข่	23-35 วัน	23-35 วัน	ช่วงไข่ออกจากตัวไก่จน ถึง ฟักออกเป็นตัว (เกรียงไกร 2543)
2	ระยะเยาว์วัย	240 วัน	180-210 วัน	ออกจากไข่ ถึง พร้อมผสมพันธุ์ (เกรียงไกร 2543)
3	ระยะเจริญพันธุ์	900 วัน	900 วัน	ผสมพันธุ์ได้ ถึง หมดยุคเจริญพันธุ์ (ประมาณจากข้อเสนอแนะให้เปลี่ยนแม่ไก่ทุก 3 ปีในเกรียงไกร 2543)
4	ระยะชรา	100 วัน	100วัน	หมดยุคเจริญพันธุ์ ถึง สิ้นสุดอายุขัย (ข้อมูลสมมติ)

**ระยะไข่**

ระยะไข่ หมายถึงระยะตั้งแต่ไข่ออกจากตัวไก่จนถึงไข่ฟักออกเป็นตัวไก่ ซึ่งรวมเวลาตั้งแต่แม่ไก่เริ่มวางไข่ ฟองแรกไปจนถึงไข่ฟักออกเป็นตัว ทั้งสิ้น 23-35 วัน และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของระยะไข่นี้ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้น ที่ไข่ได้รับจากการกกไข่ของแม่ไก่ ไข่จึงจะสามารถฟักออกเป็นลูกไก่

**ระยะเยาว์วัย**

ระยะเยาว์วัย หมายถึง ระยะตั้งแต่ลูกไก่ฟักออกจากไข่ เจริญเติบโต ไปจนกระทั่งเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ซึ่งไก่แต่ละเพศจะมีอัตราการพัฒนาในระบายนี้นี้ไม่เท่ากัน ไก่เพศเมียจะพัฒนาไปเป็นไก่สาวหรือพัฒนาเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วกว่าเพศผู้ คือ เพศเมียใช้เวลา 180-210 วัน ส่วนเพศผู้ใช้เวลา 240 วัน ไก่ที่เป็นไก่หนุ่มไก่สาวนี้จะเป็นที่นิยมบริโภค ดังนั้น ไก่ที่ขายออกสู่ตลาดได้จึงเป็นไก่ในระยะหนุ่มสาวนี้

**ระยะเจริญพันธุ์**

ระยะเจริญพันธุ์ หมายถึง ระยะตั้งแต่สิ้นสุดวัยเยาว์ไปจนถึงระยะชรา ซึ่งไก่จะสิ้นสุดระยะเจริญพันธุ์เมื่อไก่อายุได้ 3 ปี หรือช่วงระยะเวลาที่ไก่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ประมาณ 900 วัน เป็นระยะที่มีผลโดยตรงต่อการให้ผลผลิตหรือลูกไก่ที่จะเจริญเติบโตไปเป็นไก่ในระยะหนุ่มสาว หากเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติ หรือมิได้ควบคุมการผสมพันธุ์ ไก่ระยะเจริญพันธุ์ต่างเพศกันที่อยู่ในสถานะที่สามารถผสมพันธุ์ได้ในช่วงเวลาเดียวกัน จะผสมพันธุ์กันให้ลูกไก่ตัวใหม่ที่จะเติบโตเป็นผลผลิตต่อไป

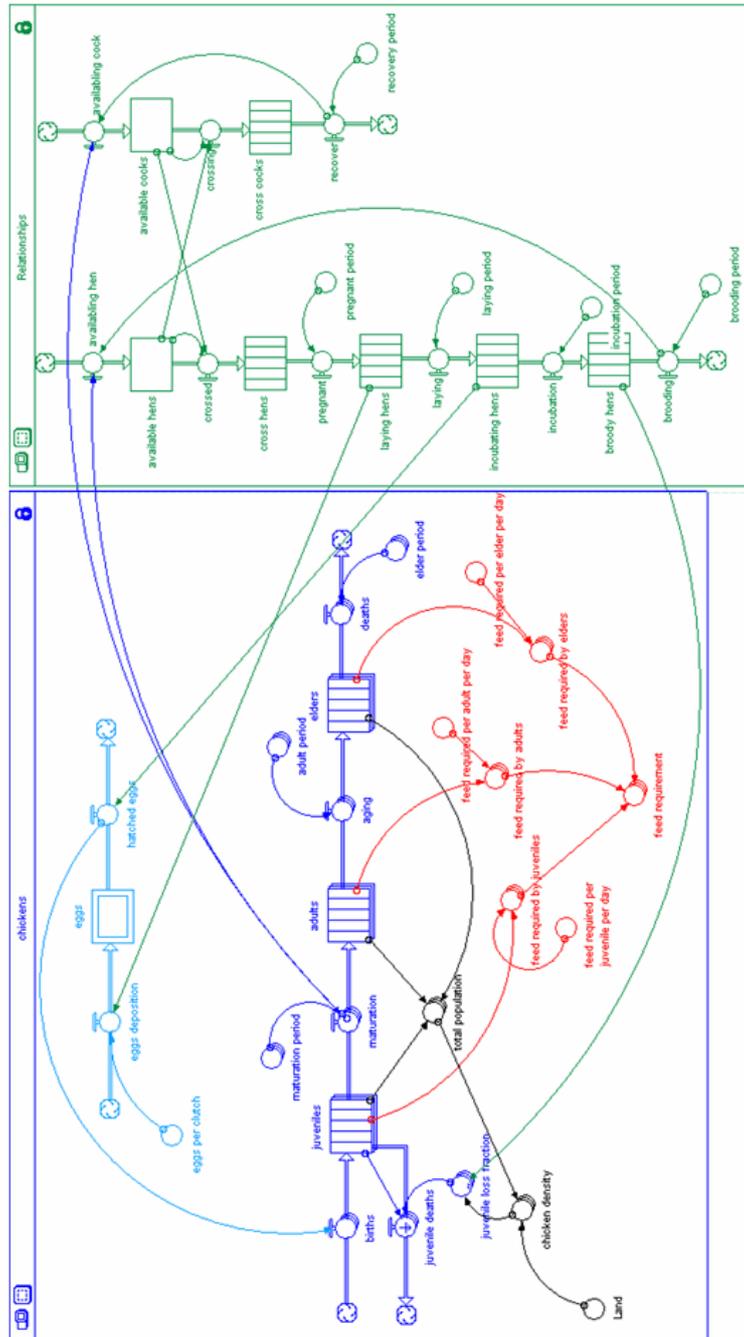
**ระยะชรา**

ระยะชรา หมายถึง ระยะตั้งแต่สิ้นสุดระยะเจริญพันธุ์ไปจนกระทั่งไก่สิ้นอายุขัย ซึ่งสมมติให้มีช่วงเวลาประมาณ 100 วัน เนื่องจากไม่มีข้อมูลจากงานวิจัยและโดยปกติเกษตรกรจะบริโภคก่อนที่ไก่จะสิ้นสุดระยะชรา ระยะชราเป็นระยะที่ไก่ไม่มีผลผลิตภาพ คือไม่สามารถที่จะผสมพันธุ์ให้ผลผลิตหรือไก่ตัวใหม่ได้

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยการผลิตที่ไก่ทุกระยะตั้งแต่เกิดเป็นลูกไก่จนกระทั่งสิ้นสุดระยะชรา มีความต้องการได้แก่ พื้นที่อาศัย อาหารและน้ำ เช่นเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันในแง่ของปริมาณความต้องการ นอกจากนี้ช่วงเวลาของแต่ละระยะพัฒนาการของไก่แต่ละพันธุ์อาจแตกต่างกันอีกด้วย

**ความสัมพันธ์ระหว่างไก่**

เนื่องไก่พื้นเมืองที่อยู่ในฝูงมีความหลากหลายของรุ่นหรือระยะพัฒนาการ ความสัมพันธ์ระหว่างไก่จึงมีความหลากหลายและเปลี่ยนแปลงไปตามระยะพัฒนาการของไก่ในฝูง (ภาพ 4) ทั้งนี้ช่วงเวลาของแต่ละระยะพัฒนาการ และความสัมพันธ์ระหว่างไก่ (ตาราง 2) ตามลำดับ



ภาพ 4 ระยะพัฒนาการและความสัมพันธ์ระหว่างไก่ในระยะพัฒนาการต่าง ๆ

## ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างไก่

ความสัมพันธ์ระหว่างไก่		เหตุการณ์	ช่วงเวลาของความสัมพันธ์
เพศผู้วัยเจริญพันธุ์	เพศเมียวัยเจริญพันธุ์	จับคู่ และ ผสมพันธุ์ พ่อไก่พักฟื้น แม่ไก่พัฒนาไข่ในท้อง	คาดว่า 7 วัน คาดว่า 10 วัน คาดว่า 7 วัน
แม่ไก่	ไข่	วางไข่ ฟักไข่	14 วัน (เกรียงไกร 2543) 21 วัน (เกรียงไกร 2543)
แม่ไก่	ลูกไก่	เลี้ยงลูก	28-43 วัน (เกรียงไกร 2543)
ไก่เจริญพันธุ์	ไก่เยาว์วัย	แข่งขัน จิก ตี	เกิดขึ้นได้เสมอเมื่อไก่อยู่รวมกัน ซึ่งมีผล ให้ไก่เยาว์วัยมีการตายสูง
แม่ไก่	แม่ไก่	วางไข่ซ้อนรัง	เกิดขึ้นได้เมื่อมีแม่ไก่หลายตัววางไข่ใน ช่วงเวลาเดียวกัน มีผลให้ไข่ไม่ได้รับการ กกจากแม่ไก่

**ไก่เพศผู้และเพศเมียวัยเจริญพันธุ์**

ไก่ที่อยู่ในสถานะที่สามารถผสมพันธุ์ได้ (cock and hen available) หมายถึง ไก่ที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ และไม่ได้อยู่ในช่วงของการพักฟื้น พัฒนาไข่ในท้อง วางไข่ หรือเลี้ยงลูก เมื่อมีไก่ต่างเพศที่อยู่ในสถานะที่สามารถผสมพันธุ์ได้ในเวลาเดียวกัน จะเกิดการจับคู่ผสมพันธุ์กัน (cross) หลังจากผสมแล้ว ไก่เพศผู้จะใช้เวลาระยะหนึ่งในการพักฟื้น (recovery) จึงจะกลับมาอยู่ในสถานะที่สามารถผสมพันธุ์ได้ (cock available) อีกครั้ง ส่วนไก่เพศเมียนั้นหลังจากที่ผสมพันธุ์แล้วจะพัฒนาไข่ในท้องระยะหนึ่ง (pregnant) จึงจะวางไข่ (laying) และกกไข่ (incubation) หลังจากฟักฟักออกแล้ว แม่ไก่ก็จะเลี้ยงลูกไก่อยู่อีกระยะหนึ่ง (brooding) จากนั้นจึงจะกลับมาอยู่ในสถานะที่สามารถผสมพันธุ์ได้อีกครั้ง (hen available) ซึ่งไก่ทั้งเพศผู้และเพศเมียจะมีวงจรความสัมพันธ์เช่นนี้ไปจนกระทั่งชราภาพ หรือหมดวัยเจริญพันธุ์

**แม่ไก่และไข่**

หลังจากที่ได้รับการผสมแล้ว แม่ไก่จะใช้เวลา 14 วันในการวางไข่ทั้งสิ้น 10-15 ฟอง หลังจากวางไข่ฟองสุดท้ายแล้ว ไข่ทั้งหมดจะได้รับการกกจากแม่ไก่ (incubation) เป็นระยะเวลา 21 วันจึงจะสามารถฟักออก (egg hatching) เป็นลูกไก่ (births) ได้

**แม่ไก่และไก่อายุเยาว์วัย**

ลูกไก่ที่เกิดขึ้น หรือไก่ในระยะเยาว์วัยนี้ จะได้รับการเลี้ยงดูจากแม่ไก่ (brooding) ซึ่งจะมีอัตราการอยู่รอดสูง เนื่องจากลูกไก่ได้รับการป้องกันศัตรู และปีกของแม่ไก่จะป้องกันสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง

**ไก่อายุเยาว์วัยและไก่เจริญพันธุ์**

หากฝูงมีความหนาแน่นของประชากรไก่อมาก ลูกไก่หรือไก่อายุเยาว์วัย อาจถูกเหยียบ จิก หรือตี จากไก่ตัวอื่นที่โตกว่าในฝูง ทำให้อัตราการตายสูงขึ้นเมื่อมีไก่ที่โตกว่าอยู่ในฝูงมากขึ้น

### แม่ไก่และแม่ไก่

หากในฝูงมีแม่ไก่ที่วางไข่หรือฟักไข่ในช่วงเวลาเดียวกัน แม่ไก่อาจไข่ทับบนรังของแม่ไก่ตัวอื่นได้ ซึ่งทำให้เกิดการแย่งรัง และทำให้สูญเสียไข่ที่จะฟักออกเป็นตัวได้

### ระบบการจัดการ

สำหรับระบบการจัดการการผลิตไก่พื้นเมือง ซึ่งหมายถึง ทั้งการควบคุมระบบการผลิต (ไก่และความสัมพันธ์ระหว่างไก่) และการควบคุมปัจจัยการผลิต (พื้นที่เลี้ยง น้ำ อาหารไก่ โรคและศัตรูไก่) จำเป็นที่จะต้องพัฒนาความสามารถในการคาดการณ์พฤติกรรมของระบบ ซึ่งจะคาดการณ์พฤติกรรมของระบบได้ก็ต่อเมื่อสามารถที่จะสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของระบบการผลิตไก่พื้นเมืองได้ และในการจะสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ดังกล่าวจำเป็นต้องทราบความสัมพันธ์ข้างต้นในเชิงปริมาณหรือในรูปสมการคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบจำลองคณิตศาสตร์จะทำให้สามารถตอบคำถามที่ว่า “จะเกิดอะไรขึ้นถ้า.....?” ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกร

ในการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์พฤติกรรมของระบบนั้น จะเริ่มศึกษาเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มจากการศึกษาระบบฝูงไก่เมื่อไม่มีข้อจำกัดของปัจจัยการผลิต จากนั้นศึกษาระบบตามลำดับความสำคัญของการจัดการของเกษตรกร (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์บทที่ 1) (ตาราง 3)

**ตาราง 3 ลำดับขั้นการศึกษาความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณเพื่อสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์**

ลำดับที่	สถานภาพระบบการผลิต
1	ระบบการผลิตที่ไม่มีข้อจำกัดของปัจจัยการผลิต ฝูงไก่เจริญเติบโตขึ้นอยู่กับพันธุกรรมอย่างเดียว
2	ระบบการผลิตที่จำกัดหรือควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างไก่ในฝูง
3	ระบบการผลิตที่มีข้อจำกัดของพื้นที่ผลิต
4	ระบบการผลิตที่มีข้อจำกัดของอาหารโปรตีนและพลังงาน

การสร้างแบบจำลองระบบลำดับที่หนึ่งจะทำให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของไก่และฝูงไก่ ถ้าเลี้ยงในสภาพที่มีการให้ปัจจัยการผลิตอย่างสมบูรณ์หรือไม่มีข้อจำกัดของปัจจัยการผลิต การจำลองระบบลำดับที่สอง จะทำให้ทราบว่าหากเลี้ยงในสภาพที่ไม่มีข้อจำกัดของปัจจัยการผลิต แต่มีการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างไก่ในฝูง เช่น การควบคุมการผสมพันธุ์ หรือ ระยะเวลาการเลี้ยงลูก จะทำให้ฝูงไก่มีความเปลี่ยนแปลงอย่างไร การจำลองระบบลำดับที่สาม จะทำให้ทราบว่า หากเลี้ยงไก่บนขนาดพื้นที่หนึ่งและมีการให้ปัจจัยการผลิตอื่นอย่างสมบูรณ์ จะมีความเปลี่ยนแปลงของไก่และฝูงไก่อย่างไร และการจำลองระบบลำดับที่สี่ จะได้ทราบว่าไก่แต่ละตัวที่เลี้ยงบนพื้นที่หนึ่งนี้ มีการเติบโตหรือเพิ่มน้ำหนักตัวอย่างไร เมื่อมีการจัดการอาหารแบบต่าง ๆ

## สรุปผลการศึกษา

การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถเห็นได้ชัดเจนว่า ระบบการผลิตไก่พื้นเมือง ซึ่งเป็นการเลี้ยงแบบปล่อยให้ความสัมพันธ์ระหว่างไก่ในฝูงเป็นไปตามธรรมชาตินี้ ไก่สามารถผสมพันธุ์เอง ฟักไข่ และเลี้ยงลูกเอง ทำให้ความต้องการการจัดการต่ำ แต่ขณะเดียวกัน การปล่อยให้ความสัมพันธ์เป็นไปตามธรรมชาติ ก็ทำให้เกิดการแก่งแย่ง จิก ตี และไขช้อนรัง ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเพิ่มปริมาณการผลิต ดังนั้น การจัดการความสัมพันธ์ระหว่างไก่จึงเป็นเรื่องสำคัญในการปรับปรุงการผลิต นอกจากนี้ ไก่พื้นเมืองยังเติบโตช้ามาก การซื้ออาหารสำเร็จจึงเป็นการไม่คุ้มทุน แต่ก็มีจุดแข็งอยู่ที่ไก่พื้นเมืองกินอาหารง่าย และเป็นอาหารที่สามารถผลิตเองได้ในท้องถิ่น ดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดการอาหารท้องถิ่นสำหรับไก่พื้นเมือง

รูปแบบการจัดการความสัมพันธ์ระหว่างไก่ที่เหมาะสมกับพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งได้ อาจทำได้โดยการทดลองเลี้ยงไก่ที่มีองค์ประกอบของฝูงแบบต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น หรืออาจทดลองแบ่งพื้นที่ แล้วแยกไกรุ่นเดียวกันเลี้ยงในบริเวณเดียวกันที่ความหนาแน่นแบบต่าง ๆ แล้วเปรียบเทียบผลผลิตภาพและต้นทุนของรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น ส่วนการจัดการอาหารท้องถิ่นนั้นที่เหมาะสมกับฝูงไก่หนึ่ง ๆ อาจทำได้โดยการทดลองผสมอาหารท้องถิ่นแบบต่าง ๆ และทดลองให้ในปริมาณต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งวิธีการทดลองแบบนี้ อาจทำให้ได้คำตอบที่รวดเร็วสำหรับพื้นที่หนึ่ง แต่หากเปลี่ยนสภาพพื้นที่ ก็จำเป็นที่จะต้องดำเนินการทดลองหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ใหม่อีกครั้ง ซึ่งต้องใช้ทั้งต้นทุนและเวลา

แต่การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์นั้น จะทำให้เกิดการรวบรวม บูรณาการและเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่ ซึ่งจะทำให้เกิดการใช้งานองค์ความรู้ และเห็นช่องว่างที่จำเป็นต้องสร้างความเข้าใจเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถที่จะนำองค์ความรู้ไปใช้ในการจัดการผลิตได้อย่างเหมาะสมสำหรับแต่ละเงื่อนไขและสภาพแวดล้อม

## เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกร โชประการ วัชรพงษ์ วัฒนกุล กิตติ วงศ์วิเศษฐ และวรพงษ์ สุริยจันทร์าททอง. 2543 ไก่พื้นเมืองและไก่ลูกผสมพื้นเมือง: อดีตและปัจจุบัน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ. 88 หน้า.

อภิชัย รัตนวราหะ. 2541 ไก่พื้นเมืองสัตว์เศรษฐกิจระดับชาวบ้าน. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ. 95 หน้า.

King, R.D. 2001. Description of a Growth Simulation Model for Predicting the Effect of Diet on Broiler Composition and Growth. Poultry Science 80:245-253.

High Performance Systems, Inc. 2001. STELLA version 7.0. [Computer Software]. Lebanon: High Performance Systems, Inc.

# แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบการผลิตไก่พื้นเมือง

## A Mathematical Model of Native Chicken Production System

ศรินทิพย์ พรหมฤทธิ และอรรถชัย จินตะเวช

### บทนำ

การพัฒนาแบบจำลองระบบการผลิตไก่พื้นเมืองในรูปแบบของแบบจำลองมโนทัศน์ (Conceptual model) ในระดับฝูงไก่ทำให้ได้ภาพรวมของระบบ และเป็นการบูรณาการองค์ความรู้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาการและกระบวนการเติบโตของไก่พื้นเมือง สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการนั้นและสิ่งแวดล้อมได้ การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงตัวแปรหลักของระบบการผลิตไก่พื้นเมืองขึ้นกับความสามารถคาดการณ์ระบบไก่และระบบความสัมพันธ์ระหว่างไก่ในฝูง ซึ่งไก่แต่ละตัวในฝูงมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะพัฒนาการและการเติบโต ระยะพัฒนาการมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างไก่ในฝูงด้วย รูปแบบและปริมาณความสัมพันธ์เหล่านี้สามารถนำมาเขียนในรูปแบบของภาษาคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองคณิตศาสตร์ได้ ขั้นตอนต่อไปได้แก่การพัฒนาแบบจำลองไก่พื้นเมืองในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ของระบบการผลิตไก่พื้นเมืองเป็นตัวแทนของระบบการผลิตไก่พื้นเมือง แบบจำลองซึ่งพัฒนาเพื่อการเสริมงานวิจัยเพื่อการสร้างโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตตามความเข้าใจซึ่งปรากฏแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ที่ได้กล่าวในบทที่ผ่านมาแล้ว

### แบบจำลองคณิตศาสตร์

แบบจำลองคณิตศาสตร์คาดการณ์การพัฒนาการ การเติบโต และความสัมพันธ์ระหว่างไก่พื้นเมืองเป็นรายวัน โดยเริ่มจากการจำลองระยะพัฒนาการตามระยะเวลาเป็นจำนวนวัน จำลองการเติบโตตามปริมาณการกินอาหารอายุและระยะพัฒนาการ และจำลองความสัมพันธ์ระหว่างไก่ตามเงื่อนไขที่กำหนด

### แบบจำลองคณิตศาสตร์ของกระบวนการพัฒนาการของไก่ (Development process)

#### ระยะไข่

ระยะไข่ หมายถึงระยะตั้งแต่ไข่ออกจากแม่ไก่จนถึงฟักออกเป็นตัวไก่ ซึ่งระยะไข่มี 3 สถานะ คือ สถานะไข่มีชีวิต (egg) สถานะไข่ฟักออก (egg\_hatch) และสถานะไข่เสียชีวิต (egg\_death) ไข่ทุกฟองในชุดจะฟักออกเป็นลูกไก่ได้ ก็ต่อเมื่อไข่แม่ไก่สิ้นสุดสถานะฟักไข่ ภายในช่วงเวลาที่ยังมีชีวิต (สมการที่ 1) ซึ่งไข่จะมีอายุอยู่ได้ประมาณ 51 วันก็จะเสียชีวิต (egg\_age) (สมการที่ 2)

```
If get message(egg_hatch) then  
creat new_chicken (1)  
Elseif egg_age >= 51 then egg_death (2)
```

#### ระยะเยาว์วัย

ระยะเยาว์วัย หมายถึงระยะตั้งแต่ฟักออกเป็นลูกไก่จนกระทั่งเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ พัฒนาการในระยะเยาว์วัยจะแตกต่างกันระหว่างเพศผู้และเพศเมีย จำนวนวันที่ใช้ในการพัฒนาไปเป็นวัยเจริญพันธุ์ (Maturation period)

ของเพศผู้ เท่ากับ 240 วันและเพศเมียเท่ากับ 180 วัน เมื่อผ่านช่วงเวลาดังกล่าวไก่อะยะยาววัยจะเปลี่ยนเป็นระยะเจริญพันธุ์ ซึ่งมีรหัสพัฒนาการเท่ากับ 2 (สมการที่ 3)

```
If nday(male) = maturation_period(male) then ID_stage =2
Elseif nday(female) = maturation_period(female) then ID_stage =2 (3)
```

### ระยะเจริญพันธุ์

ระยะเจริญพันธุ์ หมายถึงระยะตั้งแต่สิ้นสุดวัยเยาว์ไปจนถึงระยะชรา ซึ่งไก่อะยะสิ้นสุดระยะเจริญพันธุ์เมื่อไก่ได้อายุ 3 ปี หรือจำนวนวันที่ไก่ออยู่ในระยะเจริญพันธุ์ประมาณ 900 วัน (adult\_period) จากนั้นไก่อจะเข้าสู่ระยะชรา ซึ่งมีรหัสพัฒนาการเท่ากับ 3 เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ไก่อจะอยู่ในสถานะที่พร้อมผสมพันธุ์กับเพศตรงข้าม ซึ่งกำหนดรหัสสถานะ = 0 (สมการที่ 4)

```
If nday = adult_period then
ID_stage =3
ID_status = 0 (4)
```

### ระยะชรา

ระยะชรา หมายถึง ระยะตั้งแต่สิ้นสุดระยะเจริญพันธุ์ไปจนกระทั่งไก่อายุขัย ซึ่งเป็นช่วงเวลาประมาณ 100 วัน (elder\_period) (สมการที่ 5)

```
If nday = elder_period then ID_stage =4 (5)
```

## แบบจำลองคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์ระหว่างไก่

### ไก่เพศผู้และเพศเมียวัยเจริญพันธุ์

ไก่ที่อยู่ในสถานะที่สามารถผสมพันธุ์ได้ (cock and hen available) ซึ่งมีเลขรหัสสถานะ (ID\_status) เท่ากับ 0 หมายถึง ไก่ที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ และไม่ได้อยู่ในช่วงของการพักฟื้น พัฒนาไข่ในท้อง วางไข่หรือเลี้ยงลูก เมื่อมีไก่ต่างเพศที่อยู่ในสถานะที่สามารถผสมพันธุ์ได้ในช่วงเวลาเดียวกัน จะเกิดการจับคู่ผสมพันธุ์กัน (crossing) เท่ากับจำนวนคู่ที่ยังวางอยู่ (สมการที่ 6) หลังจากได้คู่แล้ว ไก่อจะเข้าสู่ช่วงผสมพันธุ์ ซึ่งมีเลขสถานะเท่ากับ 1 (สมการที่ 7) ซึ่งใช้เวลาช่วงผสมพันธุ์ประมาณ 7 วัน (cross\_period) หลังจากผสมแล้วไก่เพศผู้จะเข้าสู่ระยะหนึ่งในการพักฟื้น ซึ่งมีเลขสถานะเท่ากับ 2 (สมการที่ 8) ซึ่งจำนวนวันที่ใช้พัก 7 วัน (recovery\_period) จึงจะกลับมาอยู่ในสถานะที่สามารถผสมพันธุ์ได้ (cock\_available) หรือมีเลขสถานะเท่ากับ 0 อีกครั้ง (สมการที่ 9) สำหรับเพศเมีย (cross\_hens) ที่ผสมแล้ว จะพัฒนาไข่ในท้อง ประมาณ 7 วัน (oval\_period) จึงเข้าสู่ช่วงวางไข่และฟักไข่ ซึ่งส่วนนี้เป็นความสัมพันธ์ระหว่างไก่อกับไข่ และเมื่อไข่ฟักเป็นลูกไก่แล้ว แม่ไก่อจะเลี้ยงลูก ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างแม่ไก่อกับลูกไก่ หลังจากสิ้นสุดการเลี้ยงลูกแล้ว แม่ไก่อก็จะกลับอยู่ในสถานะที่สามารถผสมพันธุ์ได้อีกครั้งหนึ่ง

ซึ่งมีเลขสถานะเท่ากับ 2 (สมการที่ 10) ใช้เวลาวางไข่อีก 14 วัน (laying\_period) จึงเข้าสู่ระยะกกไข่ซึ่งมีเลขสถานะเท่ากับ 3 (สมการที่ 11) ใช้เวลากกไข่อีก 21 วัน (incubation\_period) จึงเข้าสู่ระยะเลี้ยงลูก ซึ่งมีเลขสถานะเท่ากับ 4 (สมการที่ 12) ใช้เวลาเลี้ยงลูกอีก 28-43 วัน (brooding\_period) จึงกลับมาพร้อมผสม ซึ่งมีเลขสถานะเท่ากับ 0 (สมการที่ 13) อีกครั้ง จะทำงานตามเงื่อนไขนี้จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเจริญพันธุ์

```

crossing=min(available_hens, available cocks)          (6)
set ID_status = 1 (for crossing_hen and crossing_cock)  (7)
If nday = cross_period then ID_status = 2 (for cock)    (8)
If nday = recovery_period then ID_status = 0 (for cock) (9)
If nday = cross_period then ID_status = 2 (for hen)     (10)

```

### แม่ไก่และไข่

เมื่อแม่ไก่อยู่ในสถานะวางไข่ (ID\_status = 2) ไข่ฟองใหม่จะถูกสร้างขึ้นวันละ 1-2 ฟอง จนกระทั่งครบ 10-15 ฟอง (สมการที่ 11) ซึ่งใช้เวลา 14 วัน (laying\_period) จึงเข้าสู่ระยะฟักไข่ซึ่งมีเลขสถานะเท่ากับ 3 (สมการที่ 12) จากนั้นจำนวนไข่ที่เกิดขึ้นนี้ จะถูกฟักโดยแม่ไก่เป็นระยะเวลาประมาณ 21 วัน (incubation\_period) ไข่ที่ถูกฟักก็จะเปลี่ยนเป็นลูกไก่ หรือเปลี่ยนจากระยะไข่เป็นระยะเยาว์วัย (สมการที่ 13) และแม่ไก่ก็จะเข้าสู่ระยะเลี้ยงลูก (brooding\_period) (สมการที่ 14)

```

If ID_status = 2 then creat new_egg                    (11)
If nday = laying_period then ID_status = 3 (for hen)  (12)
If ID_status = 3 then sent message (egg_hatching)   (13)
If nday = incubation_period then ID_status = 4 (for hen) (14)

```

### ไก่อาระยะเยาว์วัยและแม่ไก่ หรือไก่เจริญพันธุ์

เมื่อลูกไก่ออกจากไข่แล้ว แม่ไก่จะเลี้ยงลูกไก่ เป็นระยะเวลา 28-43 วัน (brooding\_period) จึงกลับมาพร้อมผสม ซึ่งมีเลขสถานะเท่ากับ 0 (สมการที่ 15) อีกครั้ง ซึ่งในช่วงต้นของไก่อาระยะเยาว์วัยนี้ หากมีแม่ไก่เลี้ยงดู (Brooding) อัตราการสูญเสียไก่อาระยะเยาว์ (chick death fraction) จะลดลง แต่เนื่องจากไม่ทราบความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณหรือเป็นสมการ ในแบบจำลองจึงกำหนดให้ไม่มีการสูญเสียไก่อาระยะเยาว์ ลูกไก่มีแม่ไก่เลี้ยงดูอย่างดี และไม่มีการสูญเสียไก่อาระยะเยาว์เนื่องจากการจิก หรือ ตี จากไก่ตัวอื่นในฝูงหรือศัตรูไก่เลย

```

If nday = brooding_period then ID_status = 0 (for hen) (15)

```

### แม่ไก่และแม่ไก่

หากในฝูงมีแม่ไก่ที่วางไข่หรือฟักไข่ในช่วงเวลาเดียวกัน แม่ไก่อาจไข่ทับบนรังของแม่ไก่ตัวอื่นได้ ซึ่งทำให้เกิดการแย่งรัง และทำให้สูญเสียไข่ที่จะฟักออกเป็นตัวได้ แต่เนื่องจากไม่ทราบความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณของการแย่งรัง ปัจจุบันจึงมีสมมติฐานว่าไม่มีการแย่งรังเกิดขึ้น

### แบบจำลองคณิตศาสตร์ของกระบวนการเติบโต (Growth process)

สำหรับกระบวนการเติบโตหรือการเพิ่มขนาดหรือน้ำหนักของไก่ แบบจำลองคณิตศาสตร์ของการเติบโต คำนวณการสะสมน้ำหนักจากการกินอาหารโปรตีนและพลังงาน การย่อย การใช้ และการสะสมในตัวไก่ ซึ่งใช้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกิน ย่อย ใช้และสะสมในตัวไก่กับอายุและขนาดของไก่จากงานวิจัยของ King (2001) ที่ศึกษาจากไก่อาระยะพันธุ์ shaver ทั้งเพศผู้และเมีย อายุแรกเกิดถึง 42 วัน ซึ่งเลี้ยงในโรงเรือนอุณหภูมิ 18 - 29 องศาเซลเซียส โดย King ได้อธิบายให้เห็นกระบวนการ ความสัมพันธ์ และสมการ ที่ใช้ในการคาดการณ์อิทธิพลของอาหารต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของไก่ ซึ่งน่าจะมีรูปแบบความสัมพันธ์แบบเดียวกับไก่พื้นเมืองที่อยู่ในระยะพัฒนาการเดียวกัน แต่ระดับการตอบสนองอาจมากน้อยแตกต่างกัน ดังนั้นจึงใช้ชุดสมการจากงานวิจัยนี้ในการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ของกระบวนการเติบโตสำหรับไก่ในระยะเยาว์วัย ส่วน

ระยะเจริญพันธุ์นั้นไก่อมีกิจกรรมแตกต่างจากระยะยาววัยอย่างมาก และไม่ทราบความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณจึงสมมติให้น้ำหนักไก่อไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ ส่วนอิทธิพลของปัจจัยอื่นที่มีต่อกระบวนการเติบโต เช่น ภูมิอากาศ และน้ำ นั้นไม่ได้ถูกผนวกอยู่ในแบบจำลองเนื่องจากยังไม่มีข้อมูลเพียงพอ ทำให้ปัจจุบันแบบจำลองไม่สามารถคาดการณ์อิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวได้

### การคาดการณ์ปริมาณการกินอาหาร

ปริมาณการกินอาหารต่อวันของไก่อ (FI) ได้รับจากอิทธิพลปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่ ระดับโปรตีนและพลังงานในอาหาร (RUGF) และน้ำหนักตัวของไก่อ (RU) โดยอิทธิพลของระดับโปรตีนที่มีต่อปริมาณการกินจะเป็น 0.8 เท่าของพลังงาน ดังนั้น ไก่อจะกินอาหารที่มีพลังงานสูงได้มากกว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง (สมการที่ 16) ในแง่ของปริมาณการกินกับน้ำหนักตัว แบ่งความสัมพันธ์ออกเป็น 2 ช่วง คือ น้ำหนักตัวต่ำกว่าหรือเท่ากับ 640 กรัม และสูงกว่าขึ้นไป (สมการที่ 17.1 และ 17.2)

ทิศทางของอิทธิพลของทั้งสองปัจจัยที่มีต่อปริมาณการกินอาหารของไก่อเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางว่าถูกต้อง แต่ขนาด (Magnitude) ของอิทธิพลยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ จึงมีค่าสัมประสิทธิ์ F ซึ่งเป็นค่าคงที่เพื่อการปรับเทียบ (Calibration constant) (สมการที่ 18)

$$RUGF = 2 * TME + (1.65 * 5.739 * DP / 100) * Q \quad (16)$$

$$RU1 = -7.110241 + (2.549947 * LWF) - (4.267 * 0.001 * LWF^2) + (4 * 0.000001 * LWF^3) \quad (17.1)$$

$$RU2 = 49.845919 + (1.596553 * LWF) - (5.96 * 0.0001 * LWF^2) + (7.81 * 0.00000001 * LWF^3) \quad (17.2)$$

$$FI = (RU / RUGF) * F \quad (18)$$

เมื่อไก่อกินอาหาร โปรตีนและพลังงานอันเป็นสารอาหารหลัก จะถูกย่อย เผาผลาญ ใช้ และสะสมในร่างกายไก่อ อย่างไรก็ตาม กระบวนการใช้โปรตีนและพลังงานมีความแตกต่างกันถึงแม้จะเกิดขึ้นพร้อมกันและมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้น การจำลองจึงแยกสองกระบวนการนี้ออกจากกัน

### การคาดการณ์การย่อย ใช้ และสะสมโปรตีน

#### กรดอะมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

โปรตีนที่ไก่อกินเข้าไปจะถูกย่อยเป็นกรดอะมิโน และจากงานวิจัยของ King (2001) พบว่ากรดอะมิโนชื่อ Isoleucine เป็นกรดอะมิโนที่เป็นขีดจำกัดแรก (first limiting amino acid) กล่าวคือ การใช้กรดอะมิโนอื่นๆ จะเป็นสัดส่วนกับการใช้ Isoleucine (สมการที่ 19) เมื่อ Isoleucine อยู่ในระดับที่ไม่เกินความต้องการ (Isoleucine Threshold Constant, THSD) แต่ถ้า Isoleucine ที่ไก่อได้รับสูงเกินความต้องการของไก่อ (NIFD > THSD) ไก่อจะใช้ Isoleucine เท่ากับความต้องการเท่านั้น (ให้ NIFD = THSD) ดังนั้นกรดอะมิโนที่ไก่อนำไปใช้ได้ (Applicable Isoleucine, AI) จึงขึ้นอยู่กับ Isoleucine ในอาหารที่ไก่อกิน (สมการที่ 20) นอกจากนี้ ความสามารถในการใช้กรดอะมิโนยังขึ้นอยู่กับอายุของไก่ออีกด้วย โดยเมื่อไก่อมีอายุมากขึ้นความสามารถในการใช้กรดอะมิโนจะลดลง (สมการที่ 21) ดังนั้น ระดับกรดอะมิโนที่ไก่อนำไปใช้ (AIPB) จึงขึ้นอยู่กับทั้งระดับของ Isoleucine ในอาหารไก่อ และอายุของไก่อ (สมการที่ 22)

$$NIFD = D * (IsoConc / 100) \quad (19)$$

$$AI = FI * NIFD \quad (20)$$

$$\text{AIRate} = 0.865 - (0.00442 * \text{Age}) \quad (21)$$

$$\text{AIPB} = (\text{AI} * \text{AIRate}) \quad (22)$$

กรดอะมิโนที่นำไปใช้ได้นี้ ส่วนหนึ่งจะใช้ในการซ่อมบำรุงร่างกาย อีกส่วนจะใช้สร้างขนไก่ ส่วนที่เหลือจะใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อไก่ และเนื่องจาก Isoleucine เป็นกรดอะมิโนที่เป็นขีดจำกัดแรก ดังนั้นการคำนวณการใช้กรดอะมิโนจึงหมายถึงการคำนวณการใช้ Isoleucine นั่นเอง

#### **การใช้กรดอะมิโนในการซ่อมบำรุง**

ความต้องการกรดอะมิโนในการซ่อมบำรุง (AAMR) จะขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนในร่างกายที่ต้องการการซ่อมบำรุง (NMR) (สมการที่ 23) ซึ่งปริมาณไนโตรเจนนี้จะสัมพันธ์กับน้ำหนักไก่ส่วนที่ต้องการซ่อมบำรุง (body weight for maintenance purpose, MW) หรือน้ำหนักไก่เมื่อกระเพาะว่าง (LWS) (สมการที่ 23)

$$\text{AAMR} = \text{MaaNm} * \text{NMR} \quad (22)$$

$$\text{NMR} = (1.1 * (\text{MW})^{0.75}) / 1000 \quad (23)$$

ปริมาณไนโตรเจนที่ต้องการการซ่อมบำรุงสามารถแปลงเป็นโปรตีนที่ต้องการการซ่อมบำรุงได้ (GPM) จากความสัมพันธ์ที่ว่า โปรตีน 6.25 กรัมจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ 1 กรัม (สมการที่ 24) ซึ่งการสร้างโปรตีนเพื่อซ่อมบำรุงนี้จะมีผลต่อระดับการใช้พลังงานในการสร้างโปรตีน ซึ่งจะกล่าวถึงในส่วนของพลังงานต่อไป

$$\text{GPM} = \text{NMR} * 6.25 \quad (24)$$

#### **การใช้กรดอะมิโนในการสร้างขนไก่**

การใช้กรดอะมิโนในการสร้างขนไก่ (AAFG) จะสัมพันธ์กับน้ำหนักขนของไก่ที่จะสร้าง (FG) โดยไก่จะมีสัดส่วนโปรตีนในขนเท่ากับ 0.8598 และค่าสัมประสิทธิ์ AA จะแทนสัดส่วนของ Isoleucine ที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนในขน (สมการที่ 25) ซึ่ง AA มีค่าปกติเท่ากับ 0.41 และจากสัดส่วนของโปรตีนในขนสามารถคำนวณการสร้างโปรตีนในขน (สมการที่ 26) ซึ่งใช้ในการคำนวณการใช้พลังงานในการสร้างโปรตีนได้

$$\text{AAFG} = \text{FG} * 0.8598 * \text{AA} \quad (25)$$

$$\text{GFP} = \text{FG} * 0.8598 \quad (26)$$

สำหรับน้ำหนักขนไก่จะสัมพันธ์พื้นที่ผิวของไก่ (BSA) โดยแบ่งความสัมพันธ์ออกเป็นสองช่วงน้ำหนักตัว คือ สมการความสัมพันธ์ที่น้ำหนักตัวตั้งแต่ 557 กรัมลงไป และมากกว่า 557 กรัมขึ้นไป (สมการที่ 27.1 และ 27.2) และพื้นที่ผิวก็สัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตของไก่ (LWF) อีกทอดหนึ่ง (สมการที่ 28)

$$\text{FG} = (-127.89 + (2.957 * \text{BSA}) - (1.2404 * 0.01 * \text{BSA}^2) + (4.079 * 0.00001 * \text{BSA}^3)) / 1000 \quad (27.1)$$

$$\text{FG} = (-7654.7 + (39.1615 * \text{BSA}) - (4.226 * 0.01 * \text{BSA}^2) + (1.096 * 0.00001 * (\text{BSA}^3))) / 1000 \quad (27.2)$$

$$\text{BSA} = 4.835 * (\text{LWF}^{0.6667}) \quad (28)$$

#### **การใช้กรดอะมิโนในการสร้างเนื้อเยื่อไก่**

กรดอะมิโนที่เหลือจากการซ่อมบำรุงและสร้างขน (AIPBR) (สมการที่ 29) จะถูกใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อไก่ โดย Isoleucine 1 กรัม จะสร้างเนื้อเยื่อโปรตีนได้ 0.41 กรัม (สมการที่ 30)

$$\text{AIPBR} = \text{AIPB} - (\text{AAMR} + \text{AAFG}) \quad (29)$$

$$\text{GPC} = \text{AIPBR} / 0.041 \quad (30)$$

### การคาดการณ์การเผาผลาญ ใช้ และสะสมพลังงาน

สำหรับการเผาผลาญ ใช้ และสะสมพลังงานในรูปไขมันในไก่อันจะเกิดควบคู่ไปกับโปรตีน โดยพลังงานที่ได้รับจากอาหารนี้ (EDE) ส่วนหนึ่งใช้ในการสร้างโปรตีน (EDPTU) อีกส่วนหนึ่งจะใช้ในการดำรงชีวิตของไก่ (EFM) และสร้างไขมันในขน (EFFG) ที่เหลือไก่สะสมในรูปไขมันในตัวไก่ (gain fat carcass)

### การใช้พลังงานในการสร้างโปรตีน

พลังงานที่ใช้ในการสร้างโปรตีน สามารถคำนวณได้จากผลรวมของปริมาณโปรตีนที่ใช้ในการซ่อมบำรุง ใช้ในการสร้างขน และสร้างเนื้อเยื่อไก่ (สมการที่ 31) กับค่าพลังงานที่ใช้ในการสร้างโปรตีนหนึ่งกรัม (สมการที่ 32) ซึ่งมีค่าปกติเท่ากับ 8.46 กิโลแคลอรีต่อกรัมโปรตีน

$$\text{PTU} = \text{GPM} + \text{GPC} + \text{GFP} \quad (31)$$

$$\text{EDPTU} = \text{PTU} * \text{EP} \quad (32)$$

### การใช้พลังงานในการดำรงชีวิต

พลังงานที่ไก่ใช้ในการดำรงชีวิตแต่ละวัน (EFM) เป็นการคำนวณจากพลังงานที่ต้องการในการหล่อเลี้ยงหรือดำรงชีวิตของไขมันแต่ละกรัม (EFOM) ที่ในร่างกาย (สมการที่ 33) ซึ่งปริมาณไขมันที่ต้องหล่อเลี้ยงนี้ (FM) สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์กับน้ำหนักไก่ส่วนที่ต้องการซ่อมบำรุง (MW) (สมการที่ 34)

$$\text{EFM} = \text{FM} * \text{EFOM} \quad (33)$$

$$\text{FM} = (33.62 - (35.02 * (0.9992 ^ \text{MW}))) * A \quad (34)$$

### การสร้างไขมันในขนไก่

พลังงานที่ใช้ในการสร้างไขมันในขนไก่อัน (EFFG) สามารถคำนวณได้จากปริมาณไขมันที่สะสมในขนไก่ (FFG) ซึ่งมีอยู่ร้อยละ 3 ของน้ำหนักขน (สมการที่ 21) กับค่าพลังงานที่ใช้ในการสร้างไขมันหนึ่งกรัม (EF) (สมการที่ 35) ซึ่งมีค่าปกติเท่ากับ 13.5 กิโลแคลอรีต่อกรัมไขมัน

$$\text{FFG} = \text{FG} * 0.03 \quad (35)$$

$$\text{EFFG} = \text{FFG} * \text{EF} \quad (36)$$

### การใช้พลังงานในการสร้างไขมันในตัวไก่

พลังงานที่เหลือจากการสร้างโปรตีน ดำรงชีวิต และสร้างไขมันในขนไก่ (EDPMFR) (สมการที่ 37) จะถูกใช้ในการสร้างไขมันเนื้อเยื่อไก่ (GCF) ซึ่งปริมาณไขมันที่สร้างได้จะคำนวณได้จากพลังงานที่เหลือหารด้วยค่าพลังงานที่ใช้ในการสร้างไขมันหนึ่งกรัม (EF) (สมการที่ 38)

$$\text{EDPMFR} = \text{EDE} - \text{EDPTU} - \text{EFM} - \text{EFFG} \quad (37)$$

$$\text{GCF} = \text{EDPMFR} / \text{EF} \quad (38)$$

### การคาดการณ์น้ำหนักรั่ว

น้ำหนักรั่ว (WC) ในวันนั้น ๆ เกิดจากการสะสมน้ำหนักรั่วที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวัน (GTC) (สมการที่ 39) ซึ่งน้ำหนักรั่วที่เพิ่มขึ้นแต่ละวันเกิดจากการเพิ่มน้ำหนักเนื้อเยื่อและน้ำหนักกระดูก (สมการที่ 40) โดยน้ำหนักรั่วเนื้อเยื่อที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวัน (WSTG) จะเกิดจากสร้างโปรตีน (GCP) ไขมัน (GPF) และน้ำในเนื้อเยื่อ (WWSTG) (สมการที่ 41) ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณน้ำในโปรตีนและไขมัน (สมการที่ 42) ส่วนน้ำหนักของกระดูกไก่ (GAWC) จะเป็นสัดส่วนกับน้ำหนักกระดูก (GAC) (สมการที่ 43) ซึ่งน้ำหนักรั่วกระดูกคำนวณได้จากสัดส่วนกระดูกต่อ น้ำหนักรั่ว (GACF) คูณกับน้ำหนักรั่ว (สมการที่ 44) นอกจากนี้สัดส่วนกระดูกยังสัมพันธ์กับน้ำหนักรั่วไก่มีชีวิต ซึ่งในการคำนวณจะใช้น้ำหนักของวันก่อน (สมการที่ 45)

$$WC = WC + GTC \quad (39)$$

$$GTC = WSTG + GAWC \quad (40)$$

$$WSTG = GCP + GPF + WWSTG \quad (41)$$

$$WWSTG = (GCF * WF) + (GPC * WP) \quad (42)$$

$$GAWC = GAC / 0.7 \quad (43)$$

$$GAC = GACF * WSTG \quad (44)$$

$$GACF = 0.025794 + (1.88 * 0.000001 * 0.8945 * LWF_i) \quad (45)$$

การเพิ่มน้ำหนักรั่วไก่มีชีวิตแต่ละวัน เกิดจากการเพิ่มน้ำหนักรั่ว (GTCEI) น้ำหนักขนไก่ (FG) และ น้ำหนักอวัยวะภายในที่เปลี่ยนแปลงในช่วงวัน (CGCCW) (สมการที่ 46) ซึ่งน้ำหนักอวัยวะภายในช่วงต้นของวัน (GCCWCS) จะคำนวณได้จากน้ำหนักรั่ว (สมการที่ 47) ส่วนช่วงปลายของวัน (GCCWCE) จะคำนวณได้จาก น้ำหนักรั่วและน้ำหนักรั่วที่เพิ่มขึ้นวันนั้น (สมการที่ 48)

$$GCCWCS = WC * (0.10832 - 1.47 * 0.00001 * WC) \quad (46)$$

$$GCCWCE = (WC + GTCEI) * (0.10832 - (1.47 * 0.00001) * (WC + GTCEI)) \quad (47)$$

$$LWF = LWF + GTC + FG + CGCCW \quad (48)$$

### ผลการทำงานของแบบจำลองคณิตศาสตร์

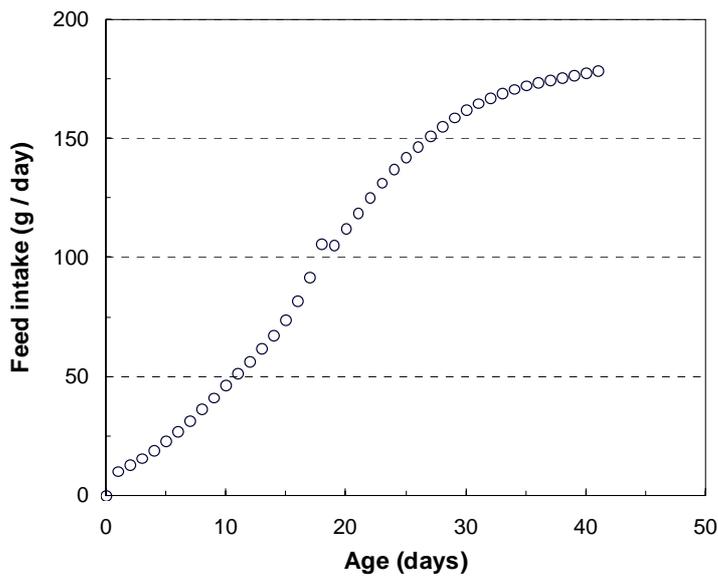
แบบจำลองคณิตศาสตร์ในส่วนของการจำลองระยะพัฒนาการและความสัมพันธ์ระหว่างไก่นั้น เป็น ความสัมพันธ์เชิงตรรกะ ซึ่งจำเป็นจะต้องเขียนในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นเชิงวัตถุ จึงจะสามารถคาดการณ์ การเปลี่ยนแปลงของไก่และความสัมพันธ์ระหว่างไกในฝูงได้ ดังนั้น การทดสอบการทำงานของแบบจำลอง คณิตศาสตร์ในส่วนของการพัฒนาการและความสัมพันธ์ระหว่างไก่นี้ จึงขอกล่าวรวมอยู่ในส่วนของแบบจำลอง คอมพิวเตอร์

สำหรับแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการเติบโตหรือการสะสมน้ำหนักนี้ สามารถคำนวณได้ด้วยโปรแกรม สำหรับการคำนวณโดยทั่วไป ดังนั้น การทดสอบการทำงานของแบบจำลองในส่วนนี้ จึงสามารถดำเนินการได้ ก่อนที่ จะพัฒนาเป็นแบบจำลองคอมพิวเตอร์

**ผลการการทำงานของแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการเจริญเติบโต**

**การคาดการณ์ปริมาณการกิน**

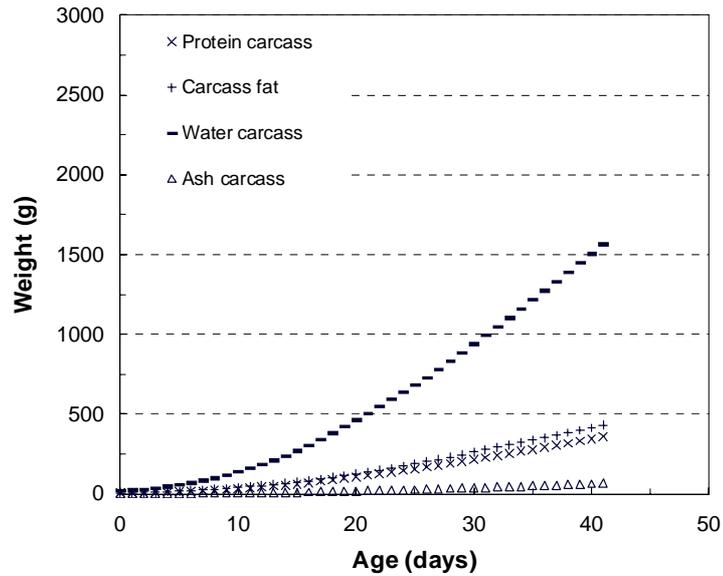
เมื่อกำหนดระดับโปรตีนและพลังงานที่มีในอาหาร น้ำหนักมีชีวิตของไก่ และอายุของไก่เมื่อเริ่มเลี้ยง แบบจำลองสามารถคาดการณ์ปริมาณการกินอาหารของไก่ในแต่ละวันได้ จากระดับโปรตีนและพลังงานในอาหาร และน้ำหนักไก่ จากนั้นอาหารก็จะถูกย่อยและนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้ไก่อมีน้ำหนักมากขึ้น และกินอาหารมากขึ้นในวันถัดไป อย่างไรก็ตาม เมื่ออายุมากขึ้น การนำอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ก็จะลดลง ทำให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักของไก่อลดลงในช่วงปลาย ซึ่งจะทำการกินในช่วงปลายชะลอลตัว (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ผลการจำลองปริมาณการกินอาหารของไก่

**การคาดการณ์ระดับโปรตีน ไขมัน น้ำ และเถ้าถ่าน**

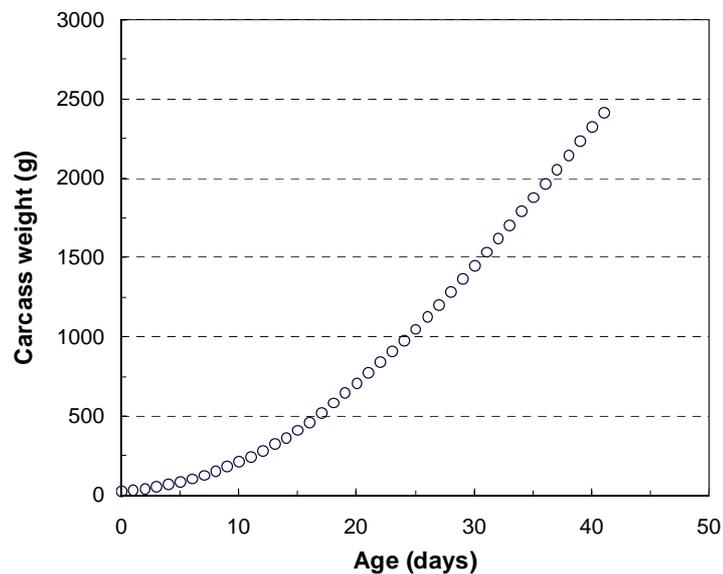
โปรตีนและพลังงานในอาหาร จะถูกย่อย ใช้ และสะสมในไก่ โดยโปรตีนที่ไก่อนำไปใช้ได้ขึ้นอยู่กับ Isoleucine ในอาหาร และอายุของไก่ โปรตีนจะถูกใช้ในการซ่อมบำรุง สะสมในขนและตัวไก่ ส่วนพลังงานจะถูกใช้ในการดำรงชีพ สะสมโปรตีน เปลี่ยนเป็นไขมันสะสมในขนและตัวไก่ สำหรับน้ำในตัวไก่อคำนวณจากสัดส่วนของน้ำในโปรตีนและไขมัน และเถ้าถ่านจะเป็นสัดส่วนกับน้ำหนักตัว (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ผลการจำลองระดับโปรตีน ไขมัน น้ำ และเถ้าถ่านในไก่

**การคาดการณ์น้ำหนักซาก**

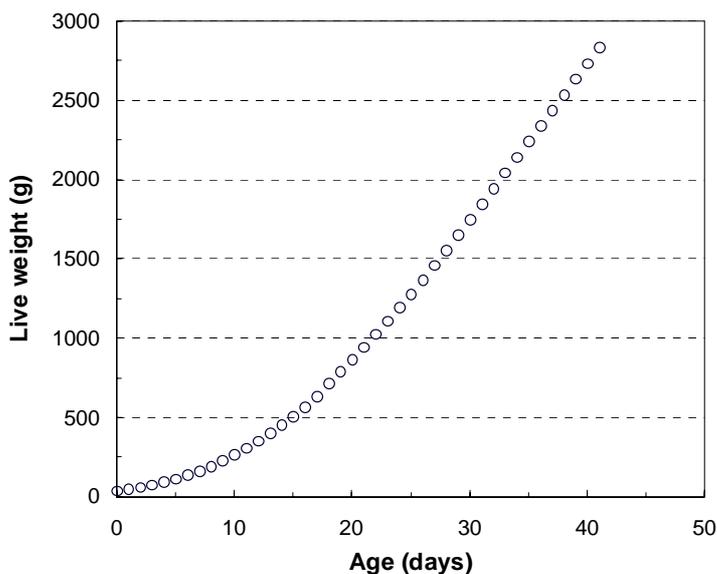
ซากไก่ หมายถึงไก่หลังถอดขนและอวัยวะภายใน น้ำหนักซาก จึงประกอบด้วยน้ำหนักเนื้อและกระดูกไก่ โดยแบบจำลองคาดการณ์น้ำหนักเนื้อจากการสะสมโปรตีน ไขมัน และน้ำ ส่วนน้ำหนักกระดูกนั้นคำนวณจากน้ำหนักเถ้าถ่าน (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ผลการจำลองน้ำหนักซากไก่

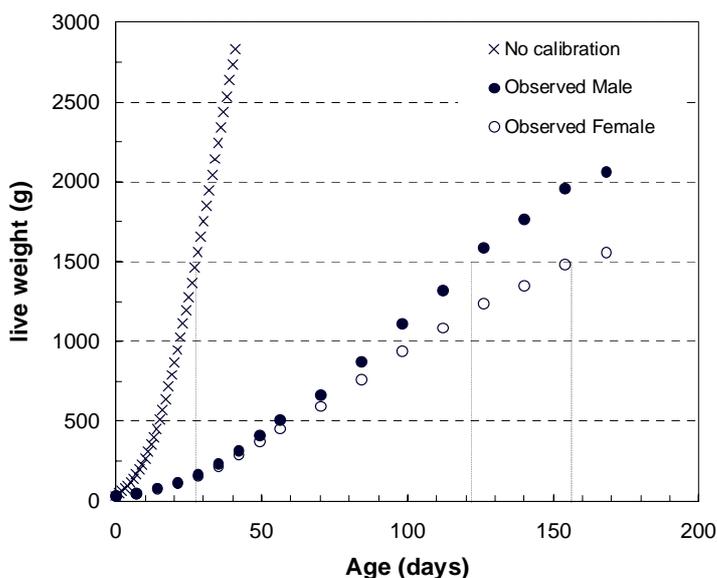
**การคาดการณ์น้ำหนักไก่มีชีวิต**

แบบจำลองคาดการณ์น้ำหนักไก่มีชีวิต จากการสะสมน้ำหนักเนื้อ กระดูก ขนไก่ และเพิ่มการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักอวัยวะภายใน (ภาพที่ 4) ซึ่งน้ำหนักขนนั้นคำนวณจากพื้นที่ผิวของไก่ซึ่งสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว และน้ำหนักอวัยวะภายในก็คำนวณจากความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวเช่นกัน



ภาพที่ 4 ผลการจำลองน้ำหนักโกมีชีวิต

อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบผลการจำลองน้ำหนักโกมีชีวิตกับข้อมูลที่ได้จากงานทดลองของคุณอำนวย (ยังไม่ตีพิมพ์) ซึ่งทำการเลี้ยงโกพื้นเมืองในคอก และให้โกได้กินอาหารเต็มที่แล้วเก็บข้อมูลการเพิ่มน้ำหนักตัวโกเป็นรายสัปดาห์ของทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่า ผลจากการจำลอง โกอายุเพียง 29 วัน มีน้ำหนักโกมีชีวิตสูงถึง 1.5 กิโลกรัม แต่ข้อมูลงานทดลองโกพื้นเมืองที่มีน้ำหนัก 1.5 กิโลกรัม มีอายุถึง 121 วันสำหรับเพศผู้ และอายุ 153 วันสำหรับเพศเมีย (ภาพที่ 5) ถึงแม้ว่าแบบจำลองจะคาดการณ์อัตราการเติบโตคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงมาก แต่รูปแบบของการเติบโตก็เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน คาดว่าหากทราบขนาดของความสัมพันธ์หรือค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในแบบจำลองสำหรับโกพื้นเมืองก็จะทำให้แบบจำลองสามารถคาดการณ์ได้ใกล้เคียงมากยิ่งขึ้น

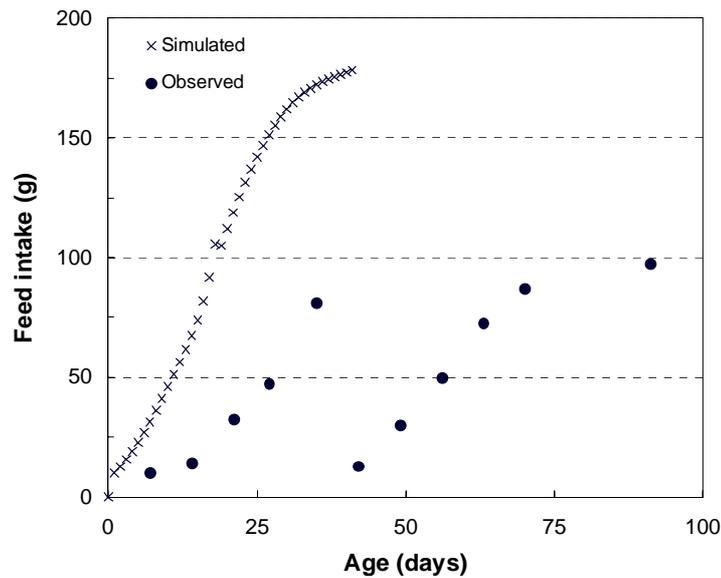


ภาพที่ 5 ผลการจำลองน้ำหนักโกมีชีวิตเทียบกับข้อมูลจากงานทดลอง

## การปรับค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการเจริญเติบโต

### การปรับค่าสัมประสิทธิ์คาดการณ์ปริมาณการกินอาหารของไก่

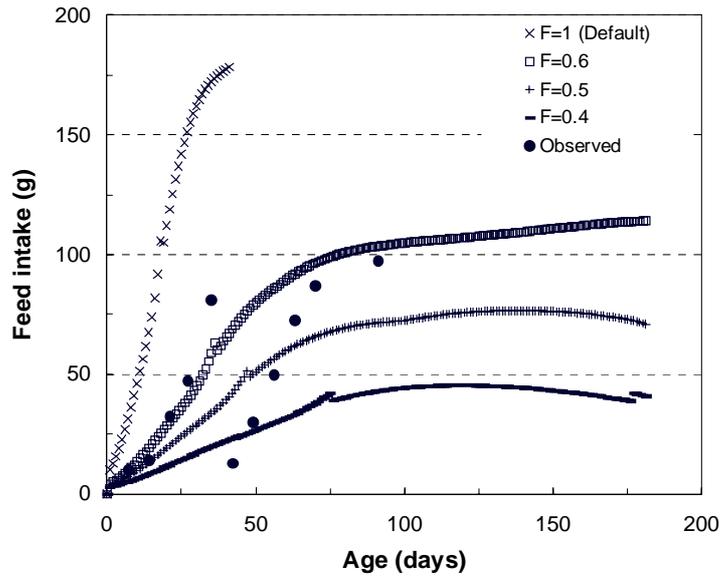
เมื่อเปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณการกินอาหารของไก่กับข้อมูลจากงานทดลองของ สุชน (2544) พบว่า ผลการจำลองคลาดเคลื่อนไปจากระบบจริงมาก (ภาพที่ 6) โดยคาดการณ์ว่าเมื่ออายุ 21 วัน ไก่กินอาหาร 118 กรัม แต่ข้อมูลจากงานทดลองของอ.สุชน ในช่วงไก่อายุ 3 สัปดาห์ ไก่กินอาหารเฉลี่ยเพียง 32 กรัม ดังนั้น จึงเริ่มทดลองปรับค่าสัมประสิทธิ์  $F$  ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์เพื่อการปรับเทียบปริมาณการกิน โดยทดลองปรับค่า  $F$  ที่ระดับ 0.6, 0.5 และ 0.4 แล้วทำการจำลองปริมาณการกินและน้ำหนักตัวไก่มีชีวิตเป็นรายวัน



ภาพที่ 6 ผลการจำลองการกินอาหารของไก่เทียบกับข้อมูลจากงานทดลอง

### ผลการคาดการณ์ปริมาณการกินหลังปรับค่าสัมประสิทธิ์ $F$

เมื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์  $F$  แล้วคาดการณ์ปริมาณการกินพบว่า ค่า  $F$  เท่ากับ 0.5 คาดการณ์ได้ใกล้เคียงกว่า 0.6 และ 0.4 ตามลำดับ (ภาพที่ 7) โดยมีค่า Bias, root mean square error (RMSE) (Willmolt, 1982), standardized bias (R), standardized mean square error (V) (Garf et al, 1991) ซึ่งเป็นค่าตรวจสอบความแม่นยำในการคาดการณ์ ต่ำที่สุด (ตารางที่ 1)



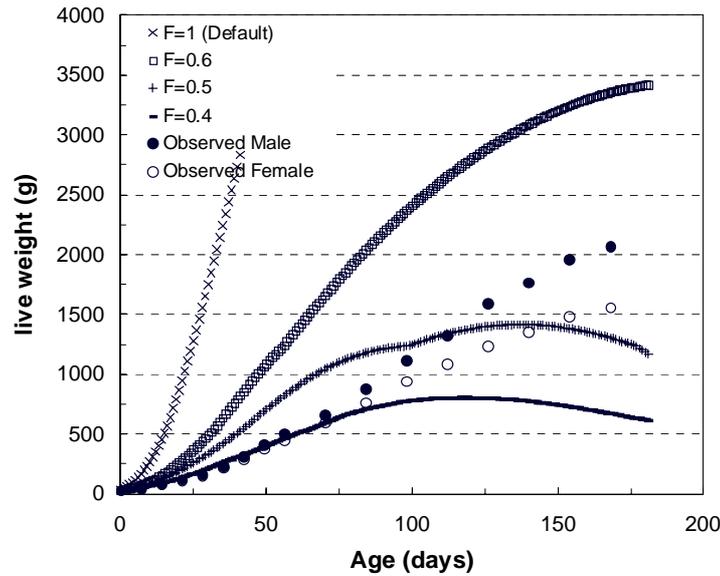
ภาพที่ 7 ผลการคาดการณ์การกินอาหารของไก่เมื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์ F

ตารางที่ 1 ค่า Bias, RMSE, R และ V ของการคาดการณ์การกินอาหารของไก่เมื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์ F

ค่าสัมประสิทธิ์การกิน	ค่าตรวจสอบความแม่นยำ			
	Bias	RMSE	R	V
F=6.0	14.922	28.208	0.278	0.219
F=5.0	-8.831	23.366	-0.164	0.15
F=4.0	-28.104	35.707	-0.524	0.351

**ผลคาดการณ์น้ำหนักไก่มีชีวิตหลังปรับค่าสัมประสิทธิ์ F**

เมื่อใช้แบบจำลองคาดการณ์น้ำหนักไก่มีชีวิต ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ F เดียวกันนี้ (เท่ากับ 0.6 0.5 และ 0.4) แล้วเปรียบเทียบผลการคาดการณ์กับข้อมูลที่ได้จากงานทดลองของสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ (อำนาจ 2546) พบว่าค่า F เท่ากับ 0.5 คาดการณ์ได้ใกล้เคียงที่สุด (ภาพที่ 8) โดยมีค่า Bias, RMSE, R และ V ต่ำที่สุด เช่นเดียวกับการคาดการณ์ปริมาณการกิน (ตารางที่ 2) แต่ที่คาดการณ์ได้ใกล้เคียงรองลงมาคือ F เท่ากับ 0.4 และ 0.6 ตามลำดับ



ภาพที่ 8 ผลการคาดการณ์น้ำหนักโกมีชีวิตเมื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์ F

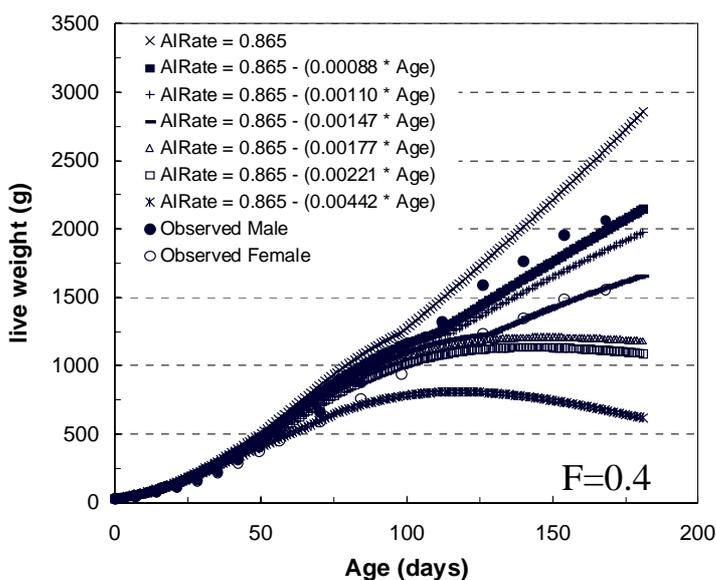
ตารางที่ 2 ค่า Bias, RMSE, R และ V ของการคาดการณ์น้ำหนักโกมีชีวิตเมื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์ F

ค่าสัมประสิทธิ์การกิน	ค่าตรวจสอบความแม่นยำ			
	Bias	RMSE	R	V
F=6.0	826.482	1008.212	1.167	0.161
F=5.0	84.906	251.592	0.119	0.017
F=4.0	-245.584	453.631	-0.346	0.087

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลการคาดการณ์เฉพาะช่วง 70 วันแรกของการเจริญเติบโต จะเห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ F เท่ากับ 4.0 คาดการณ์ได้ใกล้เคียงมาก หลังจากนั้น โกมีการสะสมน้ำหนักลดลงอย่างมาก ซึ่งเมื่อพิจารณากระบวนการสะสมน้ำหนักของโกพบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องน่าจะเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการใช้โปรตีนในการสร้างและซ่อมแซมร่างกายกับอายุของโก (ดูสมการที่ 21) ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงแบบถดถอย กล่าวคือเมื่ออายุโกมากขึ้นความสามารถในการนำโปรตีนไปใช้จะลดลง โดยเมื่อแรกเริ่มโกมีความสามารถในการใช้โปรตีนเท่ากับ 0.865 เท่าของโปรตีนที่ย่อยได้ แต่เมื่ออายุมากขึ้น ความสามารถนี้จะลดลงด้วยอัตรา 0.00442 ต่อวัน สำหรับโกพื้นเมืองซึ่งมีอายุยืนยาวกว่าโกกระทงมาก จึงน่าจะมีอัตราการลดความสามารถในการใช้โปรตีนตามอายุต่ำกว่ามากเช่นกัน

### การปรับอัตราการลดความสามารถในการใช้โปรตีนตามอายุ

เมื่อคาดการณ์น้ำหนักโกมีชีวิต โดยการคงค่าสัมประสิทธิ์ F ไว้ที่ 0.4 แล้วปรับอัตราการลดความสามารถในการใช้โปรตีน 6 ระดับ คือ ลดลงครึ่ง (0.00221), ลดเหลือหนึ่งในสาม (0.00177), หนึ่งในสี่ (0.00147), หนึ่งในห้า (0.0011), หนึ่งในหก (0.00088) และไม่ลดตามอายุ (ความสามารถคงที่ เท่ากับ 0.865) แล้วเปรียบเทียบกับข้อมูลน้ำหนักโกมีชีวิตจากงานทดลองของอำนาจ พบว่า ที่อัตราการลดความสามารถในการใช้โปรตีน 0.0011 หรือที่หนึ่งในห้าของอัตราเดิม คาดการณ์น้ำหนักโกมีชีวิตได้ใกล้เคียงที่สุด (ภาพที่ 9) โดยมีค่า RMSE และ V ต่ำที่สุด (ตารางที่ 3) รองมาคือ ที่อัตราการลดความสามารถในการใช้โปรตีน 0.00088 และ 0.00147 ตามลำดับ



ภาพที่ 9 ผลการคาดการณ์น้ำหนักไก่มีชีวิตที่ค่าสัมประสิทธิ์  $F = 0.4$  และอัตราการลดความสามารถในการใช้โปรตีน 6 ระดับ

ตารางที่ 3 ค่า Bias, RMSE, R และ V ของการคาดการณ์น้ำหนักไก่มีชีวิตเมื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์ F

ความสามารถในการใช้โปรตีน	ค่าตรวจสอบความแม่นยำ			
	Bias	RMSE	R	V
AIRate = 0.865	210.711	88578.869	0.297	0.101
AIRate = 0.865 - (0.00088 * Age)	78.790	9227.754	0.111	0.010
AIRate = 0.865 - (0.00110 * Age)	45.623	5446.025	0.064	0.006
AIRate = 0.865 - (0.00147 * Age)	-13.940	16004.521	-0.019	0.018
AIRate = 0.865 - (0.00177 * Age)	-68.913	50944.912	-0.097	0.058
AIRate = 0.865 - (0.00221 * Age)	-98.128	66987.609	-0.138	0.076

จากการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์แบบจำลองคณิตศาสตร์กระบวนการเติบโต โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของสุชน (2544) และข้อมูลจากอำนวย (2546) พบว่า สามารถคาดการณ์กระบวนการเจริญเติบโตของไก่ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงเมื่อมีการปรับค่าสัมประสิทธิ์ของการกินและอัตราการลดความสามารถในการใช้โปรตีนตามอายุของไก่ ( $F = 0.4$  และ  $AIRate = 0.865 - (0.00110 * Age)$ )

### สรุป

แบบจำลองคณิตศาสตร์ของระบบการผลิตไก่พื้นเมืองมีการคำนวณที่หลายขั้นตอนและซับซ้อน แต่สามารถรวบรวมและบูรณาการองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบการผลิตไก่พื้นเมืองที่มีอยู่ได้อย่างสมบูรณ์

อย่างไรก็ตาม องค์ความรู้ในส่วนของการยังเป็นการวัดอายุที่เป็นจำนวนวัน มิได้เป็นอายุทางสรีระวิทยา ซึ่งอายุทางสรีระวิทยานี้จะสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของไก่ ซึ่งจะทำให้เป็นอายุบนมาตรฐานเดียวกัน แม้ว่าไก่จะเติบโตในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เนื่องจากปัจจุบันยังไม่ทราบความสัมพันธ์ดังกล่าว จึงใช้อายุตามจำนวนวัน สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างไอนั้น ยังขาดความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการตายในระยะเยาว์วัยกับ

ระยะเวลาการเลี้ยงลูกของแม่ไก่ การตายในระยะเยาว์วัยกับความหนาแน่นของไก่ในฝูง การสูญเสียไข่เนื่องจากการไข่ซ้อนรังของไก่ และการสูญเสียไข่เนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของพ่อแม่ไก่อันเกิดจากการขาดโภชนาการที่ดี เป็นต้น ซึ่งปัจจุบัน แบบจำลองมีสมมติฐานว่า ไม่มีการขาดแคลนอาหารถึงระดับที่มีผลกระทบต่อระยะพัฒนาการของไก่ออกจากนี้ แบบจำลองยังขาดอิทธิพลของภูมิอากาศและน้ำ ซึ่งภูมิอากาศนี้มีผลต่อทั้งปริมาณความต้องการน้ำและอาหารของไก่ หากมีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างความเข้าใจดังกล่าวเพิ่มเติม ก็สามารถที่จะบูรณาการเข้ากับแบบจำลองนี้ได้ ซึ่งจะทำให้แบบจำลองมีความสามารถในการคาดการณ์ได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

- สุขน ตั้งทวีพัฒน์. 2544. โครงการระดับโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมในอาหารไก่ลูกผสมพื้นเมืองระยะเจริญเติบโต. รายงานผลการวิจัย. เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อำนาจ เลี้ยวธารากุล. 2546. ข้อมูลดิบการเติบโตของไก่พื้นเมืองของสถาบันบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์.
- Graf, B. M. Dingkuhn, F. Schnier, V. Coronel, and V. Delucchi. 1991. A simulation model for rice growth and development: Part III. Validation of model with high-yielding varieties. *Agric. Systems*. 36: 329-349.
- King, R.D. 2001. Description of a Growth Simulation Model for Predicting the Effect of Diet on Broiler Composition and Growth. *Poultry Science* 80:245-253.
- Willmolt, C.J. 1982. Some comments on the evaluation of model performance. *Am. Met. Soc. Bull.* 63: 1309-1313.



# โปรแกรมแบบจำลองระบบการผลิตไก่พื้นเมือง

รศ.ดร.วิภา ใจกล้า ศรินทิพย์ พรหมฤทธิ และ อรรถชัย จินตะเวช

## บทนำ

โปรแกรมแบบจำลองระบบการผลิตไก่พื้นเมือง (NativeChickenSimulator: NCSim 1.0) ออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อคำนวณการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหลักในกระบวนการพัฒนาการ (Development) และกระบวนการเติบโต (Growth) ของไก่พื้นเมือง ซึ่งขึ้นกับสภาพแวดล้อม การจัดการ และอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ บนพื้นฐานขององค์ความรู้ทางสรีรวิทยาของไก่พื้นเมืองและไก่เนื้อซึ่งมีรายละเอียดในบทที่ผ่านมาแล้ว

บทนี้กล่าวบรรยายการเขียนโปรแกรมแบบจำลองระบบการผลิตไก่พื้นเมือง (NativeChickenSimulator: NCSim 1.0) โดยภาษา C#.NET ในกลุ่มโปรแกรม VisualStudio.NET เป็นภาษาในกลุ่มของ Object-Oriented Programming Language ซึ่งมีโครงสร้างที่สามารถจำลองระบบที่มีความซับซ้อนได้ จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้ในการจำลองระบบระดับสูง ซึ่งต้องจำลองกระบวนการและการเติบโตของแต่ละตัวไก่ที่อายุแตกต่างกัน และจำลองความสัมพันธ์ระหว่างไก่ในฝูง นอกจากนี้ ภาษา C#.NET มีเครื่องมือที่ช่วยให้การออกแบบโปรแกรมและสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ได้ง่ายขึ้น สามารถใช้งานโปรแกรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น มีเสถียรภาพสูง สามารถทำงานกับข้อมูลปริมาณมากได้เป็นระยะเวลานาน และมีความรัดกุมสูงขึ้นอย่างมาก มีการป้องกันความผิดพลาดอันจะเกิดขึ้นกับข้อมูลโดยการควบคุมชนิดและวิธีการเข้าถึงข้อมูล (วรัชย์ 2547) สามารถใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบส่วนบุคคลซึ่งมีระบบจัดการแบบ Windows XP และ Windows 2000

## อุปกรณ์และวิธีการ

โปรแกรมแบบจำลองระบบการผลิตไก่พื้นเมือง (NCSim 1.0) คำนวณการเปลี่ยนแปลงตัวแปรในกระบวนการพัฒนาการและกระบวนการเติบโตเป็นรายวัน (Daily time step) การเขียนโปรแกรมนี้ใช้อุปกรณ์หลักสองชนิด ได้แก่ ฐานข้อมูล MS Access 2002 และ C#.NET ในกลุ่มโปรแกรม VisualStudio.NET เพื่อพัฒนาโครงสร้างฐานข้อมูลและโปรแกรมแบบจำลองระบบการผลิตไก่พื้นเมืองตามลำดับ

## โครงสร้างฐานข้อมูล

โปรแกรมแบบจำลองระบบการผลิตไก่พื้นเมือง (NCSim 1.0) ใช้ฐานข้อมูล Microsoft Access 2002 เป็นฐานข้อมูลประกอบการใช้งานแบบจำลอง ฐานข้อมูลมีสองส่วนได้แก่ 1) ฐานข้อมูลนำเข้า ประกอบด้วย ข้อมูลพันธุ์ไก่ ข้อมูลอาหาร และ ข้อมูลการจัดการระบบผลิตไก่พื้นเมือง และ 2) ฐานข้อมูลผลจำลองการเลี้ยงไก่พื้นเมือง ด้านพัฒนาการ และด้านการเติบโต

ฐานข้อมูลนำเข้าประกอบด้วยตารางข้อมูล 4 ตาราง ได้แก่ ตาราง ChickenBreed เป็นตารางเก็บค่าสัมประสิทธิ์ประจำพันธุ์ไก่พื้นเมือง ตาราง Stage เป็นตารางเก็บพัฒนาการของไก่ ตาราง Init\_Sim เป็นตารางการ

จัดการระบบผลิตไก่พื้นเมือง และ ตาราง **ChickenInput** เป็นตารางเก็บข้อมูลคุณสมบัติไก่ที่เริ่มเลี้ยงก่อนการจำลอง (Simulate)

ฐานข้อมูลผลการจำลองไก่พื้นเมืองประกอบด้วยตารางข้อมูล 5 ตาราง ได้แก่ตาราง **OutPutDaily** เป็นตารางเก็บข้อมูลพัฒนาการและการเติบโตในแต่ละวันของไก่และไข่ ตาราง **Chicken** เป็นตารางเก็บข้อมูลไก่ในการจำลองแต่ละครั้ง ตาราง **Egg** เป็นตารางเก็บข้อมูลของไข่ในการจำลองแต่ละครั้ง ตาราง **EggDeposit** เป็นตารางเก็บข้อมูลการออกไข่ และ ตาราง **EggHatching** เป็นตารางเก็บข้อมูลการฟักไข่แต่ละครั้งในการจำลอง

### โครงสร้างการเขียนโปรแกรม

โปรแกรมแบบจำลองไก่พื้นเมือง (NCSim 1.0) เขียนโดยภาษา C# ในกลุ่มโปรแกรม VisualStudio.NET ซึ่งเป็นภาษาในกลุ่มของ Object-Oriented Programming Language ใช้แบบแสดงข้อมูลการจำลองและ ผลการจำลองและการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรรวมทั้งสิ้น 8 แบบ (Form) ดังต่อไปนี้

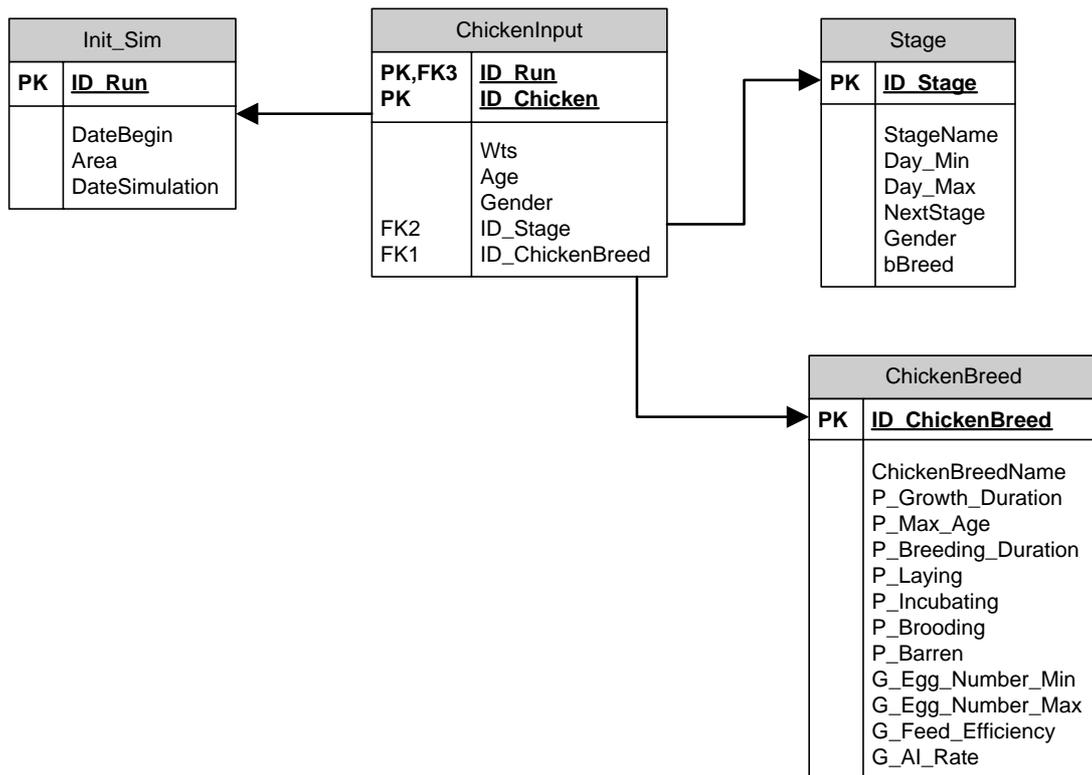
1. แบบฟอร์มกรอกข้อมูลค่าเริ่มต้นพันธุ์ไก่
2. แบบฟอร์มกรอกข้อมูลระยะเวลาช่วงอายุของไก่
3. แบบฟอร์มกำหนดค่าเริ่มต้นเพื่อทำการ Simulate
4. แบบ Class สำหรับการ Simulate
5. แบบ Class ไก่ตัวผู้
6. แบบ Class ไก่ตัวเมีย
7. แบบ Class ไข่ และ
8. แบบแสดงผลการคำนวณเป็นรูปภาพในหน้าจอคอมพิวเตอร์

### ผลการพัฒนาฐานข้อมูลและโปรแกรม

ในส่วนนี้รายงานผลการพัฒนาฐานข้อมูลและผลการเขียนโปรแกรมแบบจำลองไก่พื้นเมือง (NCSim 1.0) ในรายละเอียด

#### การพัฒนาฐานข้อมูลนำเข้า (Input)

ประกอบไปด้วย 4 ตาราง คือ ChickenBreed, Stage, Init\_Sim, ChickenInput



รูป 1 แสดงความสัมพันธ์ของตารางในแบบของ Entity Relationship (ER)

ChickenBreed เป็นตารางเก็บคุณสมบัติของพันธุ์ไก่พื้นเมือง มี Fields ดังนี้

Field Name	Field Type	Description
ID_ChickenBreed(PK)	AutoIncrement	รหัสพันธุ์ไก่ (เป็นคีย์หลัก)
ChickenBreedName	Text(100)	ชื่อพันธุ์ไก่
P_Growth_Duration	Int	ระยะเจริญเติบโต
P_Max_Age	Int	อายุสูงสุด
P_Breeding_Duration	Int	ระยะเวลาในการผสมพันธุ์
P_Laying	Int	ระยะการวางไข่
P_Incubating	Int	จำนวนวันที่ใช้ในการกกไข่
P_Brooding	Int	จำนวนในการเลี้ยงลูก
P_Barren	Int	อายุที่หมดวัยเจริญพันธุ์

G_Egg_Number_Min	Int	จำนวนการวางไข่ต่ำสุด
G_Egg_Number_Max	Int	จำนวนการวางไข่สูงสุด
G_Feed_Efficiency	Single	ความสามารถในการใช้อาหาร
G_AI_Rate	Single	อัตราการเจริญเติบโต

Stage เป็นตารางเก็บสถานะของพัฒนาการของไก่ มี Fields ดังนี้

ID_Stage (PK)	AutoIncrement	รหัสสถานะของไก่ (เป็นคีย์หลัก)
StageName	Text(100)	ชื่อของสถานะ
Day_Min	Int	จำนวนวันต่ำสุด
Day_Max	Int	จำนวนวันสูงสุด
NextStage	Long	สถานะต่อไป
Gender	Yes/No	เพศ (Yes = ตัวผู้, No = ตัวเมีย)
bBreed	Yes/No	สามารถมีคู่ผสมพันธุ์ได้หรือไม่ (Yes = ผสมพันธุ์ได้, No = ผสมพันธุ์ไม่ได้)

Init\_Sim เป็นตารางเก็บข้อมูลค่าเริ่มต้นของการจำลอง ไก่พื้นเมือง มี Fields ดังนี้

ID_Run(PK)	AutoIncrement	รหัสในการจำลอง (เป็นคีย์หลัก)
DateBegin	Text(10)	วันที่ทำการจำลอง
Area	Single	พื้นที่ที่ใช้เลี้ยงไก่
DateSimulation	Int	จำนวนวันในการจำลอง

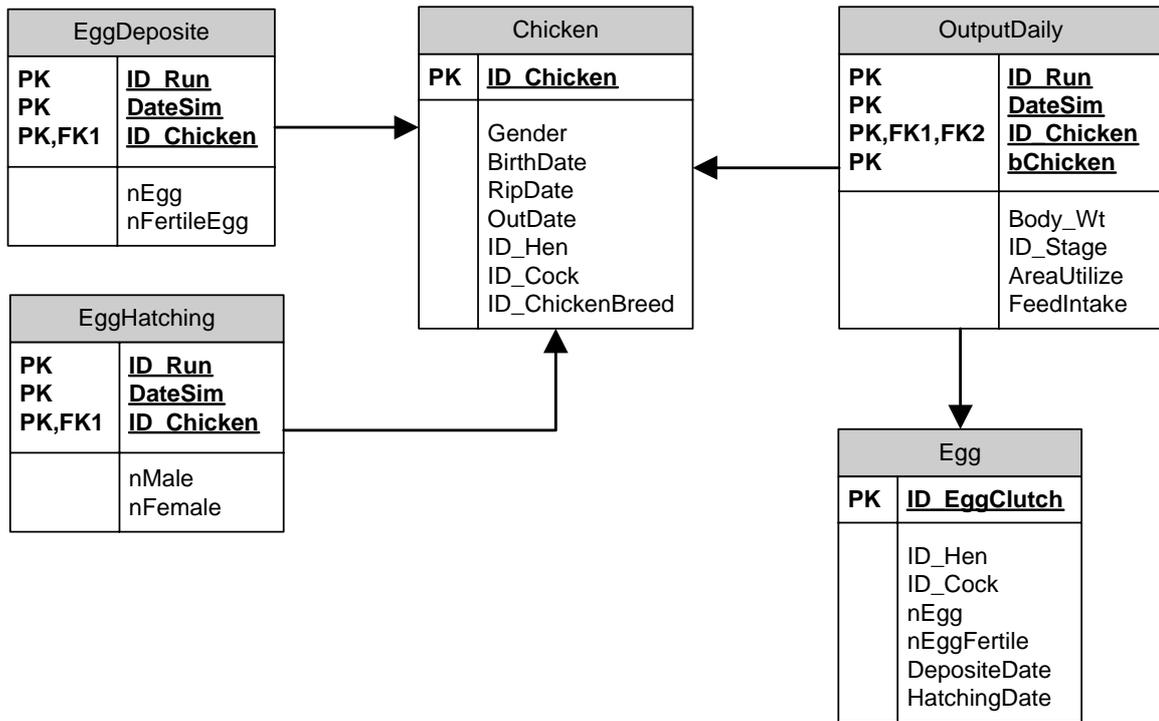
ChickenInput เป็นตารางเก็บข้อมูลคุณสมบัติไก่ที่เริ่มเลี้ยง ก่อนการจำลอง มี Fields ดังนี้

ID_Run (PK)	Long	รหัสในการจำลอง (เป็นคีย์หลัก)
ID_Chicken (PK)	AutoIncrement	รหัสไก่ (เป็นคีย์หลัก)
Wts	Single	น้ำหนัก
Age	Int	อายุ
Gender	Yes/No	เพศ (Yes = ตัวผู้, No = ตัวเมีย)
ID_Stage	Long	รหัสสถานะไก่
ID_ChickenBreed	Long	รหัสพันธุ์ไก่

**การพัฒนาฐานข้อมูลผลการจำลองไก่พื้นเมือง (Output)**

ฐานข้อมูลผลการจำลองไก่พื้นเมือง ประกอบด้วย 5 ตาราง ได้แก่ OutputDaily, Chicken, Egg, EggDeposit, EggHatching

รูป 2 แสดงความสัมพันธ์ของตารางในแบบของ Entity-Relationship (ER) ของฐานข้อมูลผลการคำนวณของแบบจำลอง ซึ่งโปรแกรมจะทำการสร้างใหม่ทุกครั้งตาม ID\_Run ในตาราง Init\_Sim มีตารางดังนี้



รูป 2: ความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลสำหรับการจำลอง

ตาราง Chicken เก็บข้อมูลของไก่ทุกตัวที่เกิดขึ้นในการจำลอง

ID_Chicken (PK)	Long	รหัสไก่ (เป็นคีย์หลัก)
Gender	Yes/No	เพศ
BirthDate	Text(10)	วันที่ฟักเป็นลูกไก่
RipDate	Text(10)	วันที่ตาย
OutDate	Text (10)	วันที่จำหน่าย
ID_Hen	Long	รหัสแม่ไก่
ID_Cock	Long	รหัสพ่อไก่
ID_ChickenBreed	Long	รหัสพันธุ์ไก่

ตาราง Egg เป็นตารางเก็บข้อมูลไข่ที่เกิดจากการ Simulate

ID_EggClutch (PK)	AutoIncrement	รหัสกลุ่มไข่ (เป็นคีย์หลัก)
ID_Hen	Long	รหัสแม่ไก่
ID_Cock	Long	รหัสพ่อไก่
nEgg	Int	จำนวนไข่
nEggFertile	Int	จำนวนไข่ที่ดี
DepositeDate	Text(10)	วันที่ออกไข่
HatchingDate	Text(10)	วันที่ฟักไข่ออกเป็นตัว

ตาราง OutPutDaily เป็นตารางเก็บข้อมูลแต่ละวันของการจำลอง

ID_Run (PK)	Long	รหัสในการจำลอง (เป็นคีย์หลัก)
DateSim (PK)	Int	วันที่ทำการจำลอง (เป็นคีย์หลัก)
ID_Chicken (PK)	Single	รหัสไก่ (เป็นคีย์หลัก)
bChicken (PK)	Yes/No	Yes = ไก่, No = ไข่ (เป็นคีย์หลัก)
Body_Wt	Single	น้ำหนักตัวไก่
ID_Stage	Long	รหัสสถานะ
AreaUtilize	Single	พื้นที่ที่ไก่ใช้
FeedIntake	Single	จำนวนอาหารที่ไก่กิน

ตาราง EggDeposit เป็นตารางเก็บข้อมูลการวางไข่ของแม่ไก่

ID_Run (PK)	Long	รหัสในการจำลอง
DateSim (PK)	Int	วันที่ทำการจำลอง
ID_Chicken (PK)	Long	รหัสไก่
nEgg	Int	จำนวนไข่
nFertileEgg	Int	จำนวนไข่ที่ดี

ตาราง EggHatch เป็นตารางเก็บข้อมูลการฟักไข่ของไข่

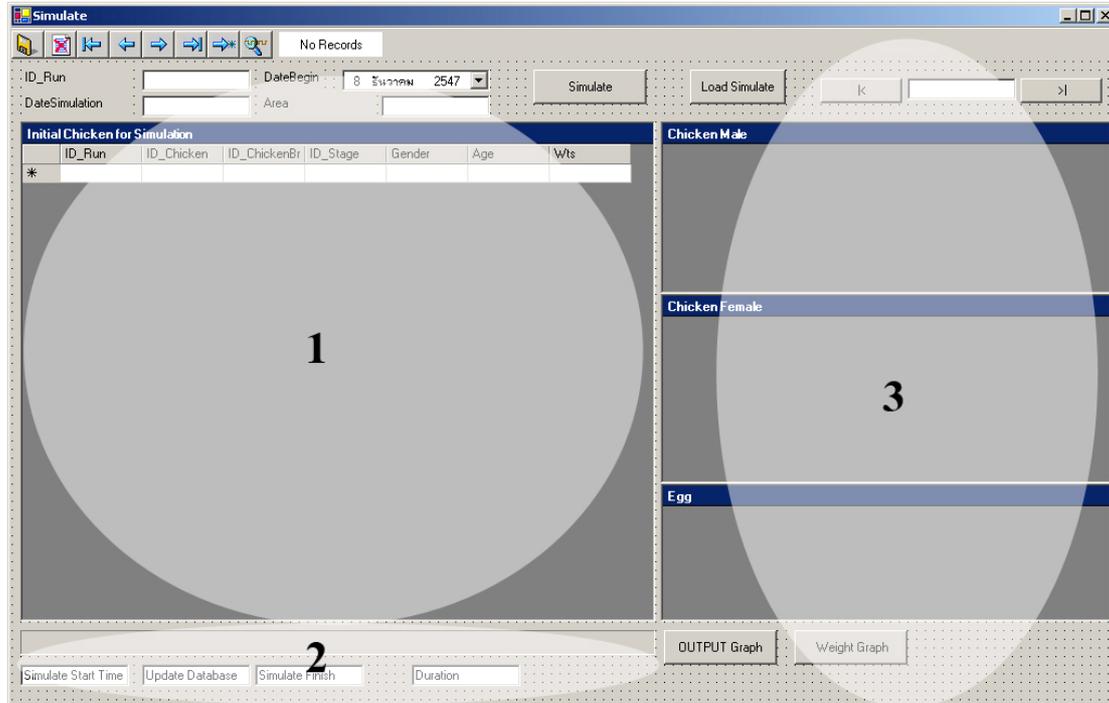
ID_Run (PK)	Long	รหัสในการ Run Simulate
DateSim (PK)	Int	วันที่ Simulate
ID_Chicken (PK)	Long	รหัสไก่
nMale	Int	จำนวนไก่ตัวผู้
nFemale	Int	จำนวนตัวเมีย

## การพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมแบบจำลองไก่พื้นเมือง (NativeChickenSimulator: NCSim 1.0) พัฒนาโดยภาษา C# ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งใน Visual Studio.NET ได้ผลการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเอื้อผู้ใช้งานให้ปฏิบัติงาน

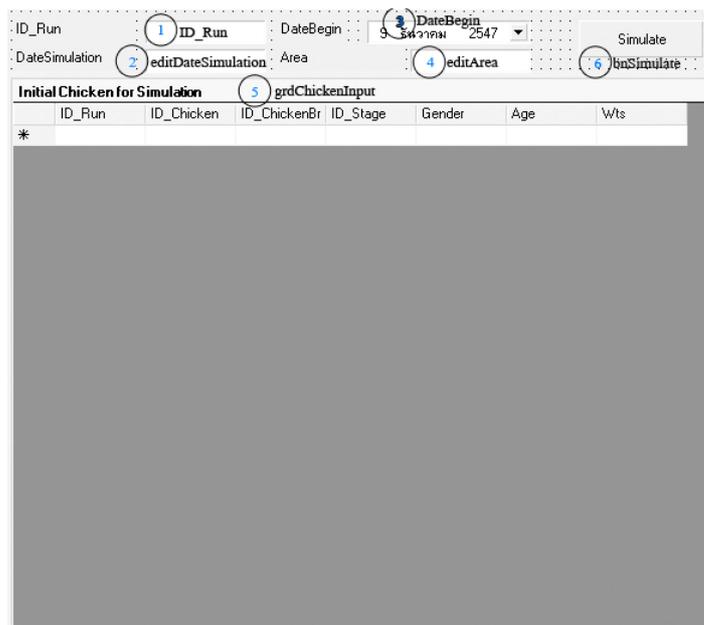
### Simulation Form

ในส่วนนี้ หน้าจอแบ่งออกเป็น 3 ส่วน (รูป 3)



รูป 3: การแบ่งหน้าจอ ของ Simulation Form

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนสำหรับใส่ค่าเริ่มต้นเพื่อการ Simulate ในแต่ละ Control มีชื่อ (รูป 4) ดังต่อไปนี้

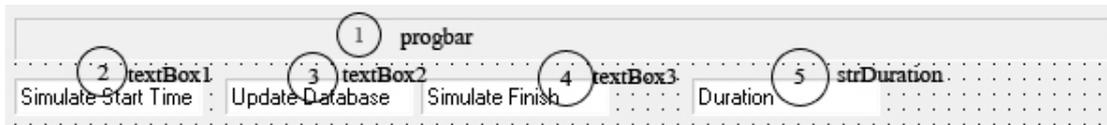


รูป 4: การแบ่งหน้าจอ ของ Simulation Form

1. TextBox ชื่อ ID\_Run รหัสสำหรับการ Run แต่ละครั้ง เชื่อมกับฐานข้อมูลนำเข้า ตาราง Init\_Sim Field ID\_Run
2. TextBox ชื่อ editDateSimulation จำนวนวันในการ Run แต่ละครั้ง เชื่อมกับฐานข้อมูลนำเข้า ตาราง Init\_Sim Field DateSimulation
3. DateTimePicker ชื่อ DateBegin วันที่ ที่ทำการ Run เชื่อมกับฐานข้อมูลนำเข้า ตาราง Init\_Sim Field DateBegin
4. TextBox ชื่อ editArea พื้นที่ที่ใช้เลี้ยงไก่ เชื่อมกับฐานข้อมูลนำเข้า ตาราง Init\_Sim Field Area
5. DataGridView ชื่อ grdChickenInput ใส่รายละเอียดของไก่ก่อนการ Run เชื่อมกับฐานข้อมูลนำเข้า ตาราง ChickenInput โดยในแต่ละ Column จะเชื่อมกับ Field ในตาราง ChickenInput ดังนี้
 

ID_Run	เชื่อมกับ	ID_Run
ID_Chicken	เชื่อมกับ	ID_Chicken
ID_ChickenBreed	เชื่อมกับ	ID_ChickenBreed
ID_Stage	เชื่อมกับ	Stage
Gender	เชื่อมกับ	Gender
Age	เชื่อมกับ	Age
Wts	เชื่อมกับ	Wts
6. Button ชื่อ btnSimulate ใช้คลิกเพื่อทำการจำลอง เมื่อคลิกแล้วให้ไปยัง function btnSimulate\_Click() รายละเอียดสามารถดูได้ที่ Class Simulation

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนแสดงความคืบหน้าระหว่างทำการจำลอง ประกอบด้วย Control ต่าง ๆ ดังภาพ

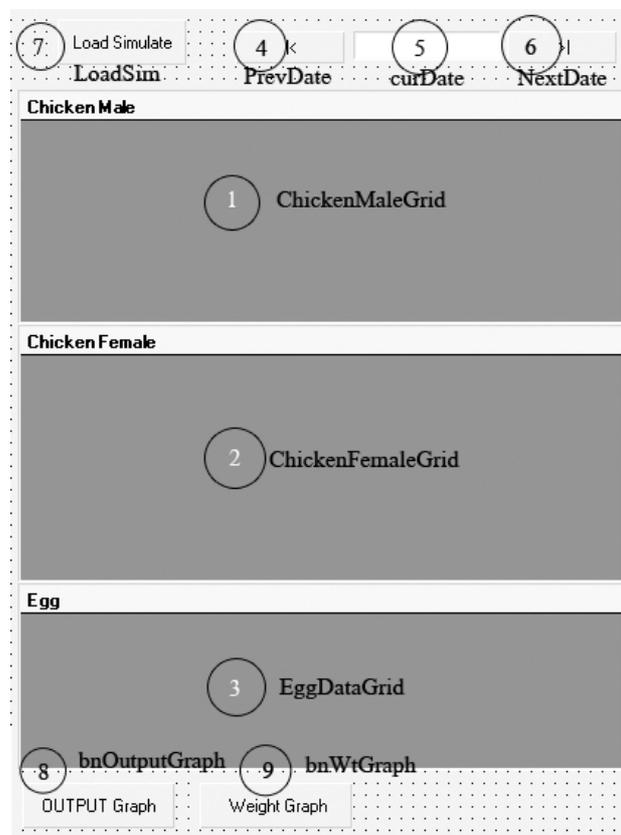


ภาพที่ 5 แสดง Control และ ชื่อของ Control ในส่วนของการแสดงผลระหว่างทำการจำลอง

1. ProgrssBar ชื่อ progbar แสดงความคืบหน้าในการจำลอง
2. TextBox ชื่อ textBox1 แสดงเวลาที่เริ่มในการจำลอง
3. TextBox ชื่อ textBox2 แสดงเวลาที่เริ่มในการ Update ฐานข้อมูล
4. TextBox ชื่อ textBox3 แสดงเวลาที่สิ้นสุดการจำลอง
5. TextBox ชื่อ strDuration แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการจำลอง

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนแสดงผลของการจำลอง มีทั้งแบบกราฟ และแบบรายวัน ประกอบด้วย Control ต่าง ๆ

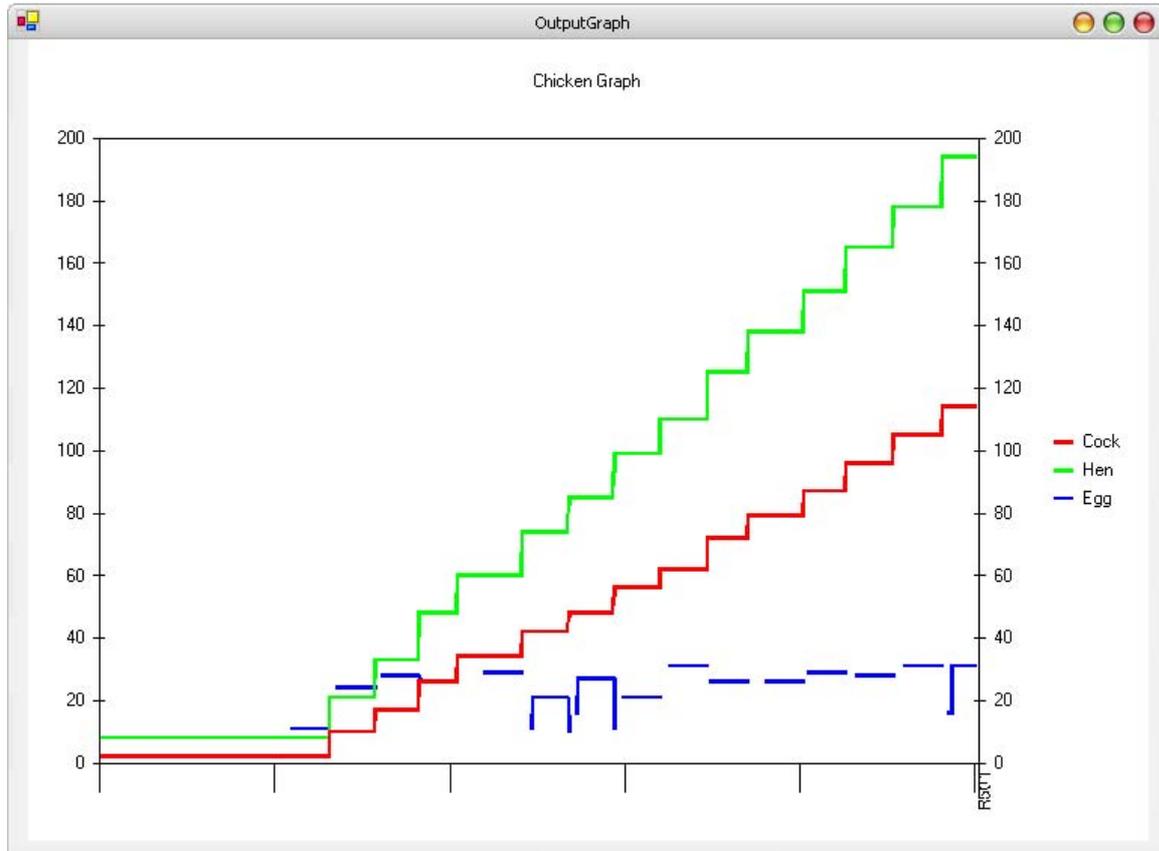
ดังรูป



ภาพที่ 6 แสดง Control และ ชื่อของ Control ในส่วนของการแสดงผลของการ Simulate

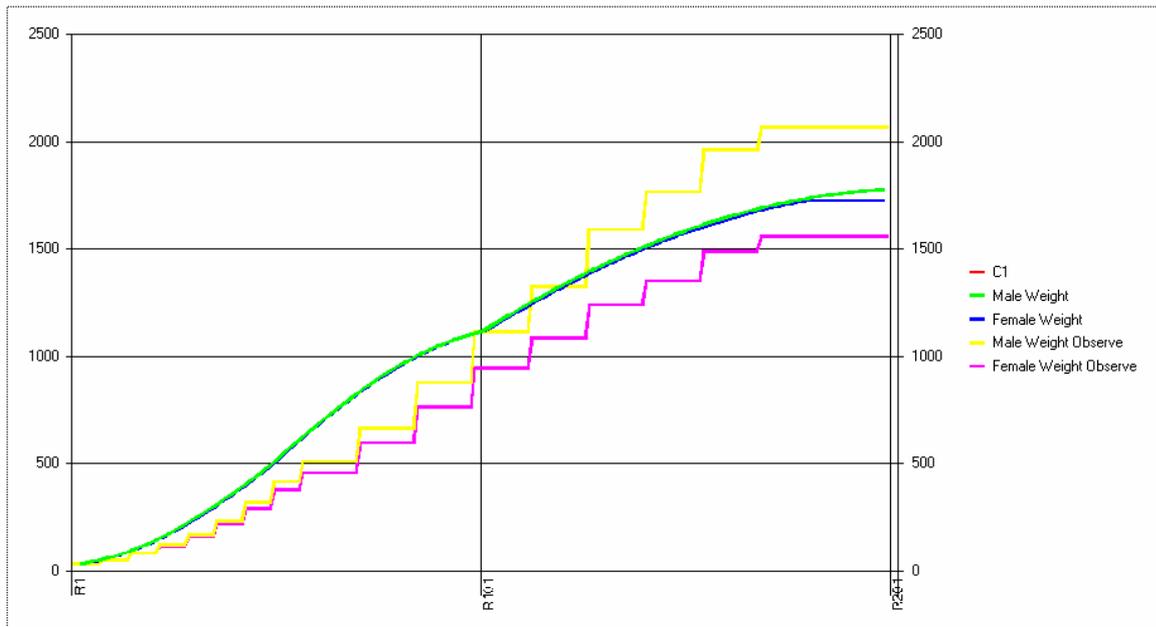
- |             |   |   |
|-------------|---|---|
| 1. DataGrid | ชื่อ ChickenMaleGrid                        | แสดงรายละเอียดไก่ตัวผู้ในแต่ละวัน   |
| 2. DataGrid | ชื่อ ChickenFemaleGrid                      | แสดงรายละเอียดไก่ตัวเมียในแต่ละวัน  |
| 3. DataGrid | ชื่อ EggDataGrid                            | แสดงรายละเอียดของไข่ในแต่ละวัน  |
| 4. Button   | ชื่อ PrevDate                               | เลือกดูวันที่ Simulate ถอยกลับ 1 วัน  |
|             | ปุ่มนี้จะเรียกใช้ function PrevDate_Click() |   |
| 5. TextBox  | ชื่อ curDate                                | แสดงวันที่ที่เลือกดูการ Simulate  |
| 6. Button   | ชื่อ NextDate                               | เลือกดูวันที่ Simulate ไปข้างหน้า 1 วัน   |
|             | ปุ่มนี้จะเรียกใช้ function NextDate_Click() |   |
| 7. Button   | ชื่อ LoadSim                                | ใช้ Load ข้อมูลการ Simulate เข้ามาแสดงผล  |
|             | ปุ่มนี้จะ เรียกใช้ function LoadSim_Click() |   |
| 8. Button   | ชื่อ bnOutputGraph                          | กดเพื่อแสดงกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนของไก่และไข่ในการ Simulate ปุ่มนี้เรียกใช้ function bnOutputGraph_Click() |
| 9. Button   | ชื่อ bnWtGraph                              | กดเพื่อแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของไก่ตัวผู้และไก่ตัวเมีย ปุ่มนี้เรียกใช้ function bnWtGraph_Click()        |

เมื่อทำการกดปุ่ม `bnOutputGraph` จะแสดง กราฟจำนวนของไก่ตั้งแต่วันแรก จนถึงวันสุดท้ายดังรูป



ภาพที่ 7 แสดงกราฟจำนวนของการจำลองไก่พื้นเมืองและจำนวนไข่ตั้งแต่วันแรกจนถึงวันสุดท้าย

เมื่อทำการกดปุ่ม `bnWtGraph` จะแสดง กราฟน้ำหนักของไก่ตั้งแต่วันแรก จนถึงวันสุดท้ายดังรูป



ภาพที่ 8 แสดงกราฟน้ำหนักของไก่พื้นเมืองที่ทำการจำลอง เริ่มตั้งแต่วันแรกไปจนถึงวันสุดท้าย

## ส่วนของ Code ของการ Simulate ในโปรแกรม

โปรแกรมแบ่ง Class ออกเป็น 5 Class ใหญ่ ๆ ดังนี้

1. SimulationForm เป็น Class ที่รับค่าที่ผู้ใช้ใส่ค่าต่างๆ ก่อนเริ่มการ Simulate ประกอบด้วย Method ดังนี้

bnSimulate_Click()	รับ Event จากการกดปุ่ม bnSimulate
CreateDatabase()	ใช้สร้างฐานข้อมูลหากฐานข้อมูลยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา
CheckTable()	ใช้สร้างตาราง
AddHen()	เพิ่มแม่ไก่
AddChicken()	เพิ่มพ่อไก่
bnOutputGraph_Click()	แสดงกราฟจำนวนไก่ที่ทำการจำลอง
bnWtGraph_Click()	แสดงกราฟน้ำหนักไก่ที่ทำการจำลอง

2. ChickenClass เป็น Class คุณสมบัติของไก่ตัวผู้ มี Method และ Properties ดังนี้

### Method

GetAge()	รับค่าอายุของไก่
Breeding()	ผสมพันธุ์กับไก่ตัวเมีย
CockStage()	เปลี่ยนสถานะของไก่ตัวผู้

### Properties

int ID_Chicken	รหัสของไก่
bool bGender	เพศของไก่ true = ตัวผู้; false = ตัวเมีย
int ID_ChickenBreed	รหัสพันธุ์ไก่
DateTime BirthDate	วันเกิดของไก่
string strRIPDate	วันตายของไก่
string strOutDate	วันที่จำหน่ายไก่ออกไป
int ID_Spouse	รหัสของคู่ผสมพันธุ์
int ID_Hen	รหัสพ่อของไก่
int ID_Cock	รหัสแม่ของไก่
int ID_Stage	รหัสสถานะของไก่
int nDead	วันตาย
double m_LWS	น้ำหนักของไก่

3. HenClass เป็น Class ของไก่ตัวเมีย สืบทอดคุณสมบัติมาจาก Class Chicken แล้วเพิ่ม Method และ Properties ใหม่ ดังนี้

**Method**

HenBreeding()	ผสมพันธุ์กับไก่ตัวผู้
EggDeposit()	ออกไข่
HenStage()	เปลี่ยนสถานะของไก่

**Properties**

int nEggWt	น้ำหนักของไข่ทั้งหมด
------------	----------------------

4. EggClass เป็น Class ของไข่ มี Method และ Properties ดังนี้

**Method**

EggStage()	เปลี่ยนสถานะของไข่
CreateChicken()	ไข่ฟักออกมาเป็นไก่
AddChicken()	เพิ่มไก่ตัวผู้
AddHen()	เพิ่มไก่ตัวเมีย

**Properties**

int ID_EggClutch	รหัสของไข่
int ID_Stage	รหัสสถานะของไข่
DateTime DepositedDate	วันที่วางไข่
DateTime HatchingDate	วันที่ออกไข่
int nAge	อายุของไข่
int ID_Hen	รหัสแม่
int ID_Cock	รหัสพ่อ
int nEgg	จำนวนไข่ทั้งหมด
int nFertileEgg	จำนวนไข่ที่ดี

5. OutputGraphForm เป็น Class ของการแสดงกราฟจำนวนของไก่ที่จำลอง มี Method ดังนี้

**Method**

SetDataGraph()	นำข้อมูลในฐานข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟจำนวนของไก่
----------------	--

6. WeightGraph เป็น Class ของการแสดงกราฟน้ำหนักของไก่ที่ได้จากการจำลอง มี Method ดังนี้

**Method**

SetDataGraph()	นำข้อมูลในฐานข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟน้ำหนักของไก่
----------------	--

Class ต่างๆ มี Code ดังนี้

### 1. SimulationForm

```
private void btnSimulate_Click(object sender, System.EventArgs e)
{
    textBox1.Text = DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss");
    // แสดงเวลาเริ่ม Simulate

    Application.DoEvents();
    // ตรวจสอบฐานข้อมูล Simulate ว่ามีหรือไม่มี ถ้าไม่มีให้ทำการสร้างใหม่

    FileInfo fl = new FileInfo("Database\\Chicken" + ID_Run.Text + ".mdb");
    if(!fl.Exists) CreateDatabase();
    // ไม่มีฐานข้อมูลอยู่ ทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่

    // ติดต่อฐานข้อมูลที่จะเก็บข้อมูลการจำลอง
    OleDbConnection OleDbConn = new OleDbConnection(ConnectionString);
    OleDbConn.Open(); // เปิดฐานข้อมูล

    OleDbConnection1.Open(); // เปิดฐานข้อมูลหลัก

    OleDbCommand CknCommand = new OleDbCommand("DELETE FROM Chicken ",
    OleDbConn);
    CknCommand.ExecuteNonQuery();
    // ทำการลบข้อมูลทั้งหมดในตาราง Chicken เพื่อที่จะได้ใส่ค่าใหม่ไม่ปนกับค่าเดิม

    OleDbCommand EggCommand = new OleDbCommand("DELETE FROM Egg ",
    OleDbConn);
    EggCommand.ExecuteNonQuery();
    // ทำการลบข้อมูลในตาราง Egg เพื่อที่จะได้ใส่ค่าใหม่ไม่ปนกับค่าเก่า

    OleDbCommand myCommand = new OleDbCommand("DELETE FROM [OutPutDaily]",
    OleDbConn);
    myCommand.ExecuteNonQuery();
    // ทำการลบข้อมูลในตาราง OutPutDaily เพื่อที่จะได้ใส่ค่าใหม่ไม่ปนกับค่าเก่า

    if (oleDbConnection1 != null) oleDbConnection1.Close();
    // ถ้าฐานข้อมูลหลักเปิดอยู่ให้ทำการปิด

    OleDbDataAdapter CknInAdapter = new OleDbDataAdapter("SELECT * FROM
    ChickenInput WHERE ID_Run=" + ID_Run.Text, oleDbConnection1);
    DataSet CknInDataSet = new DataSet();
    CknInAdapter.Fill(CknInDataSet, "ChickenInput");
    // ตัวแปร DataSet ชื่อ CknInDataSet เป็นตัวติดต่อไปยังตาราง ChickenInput ในฐานข้อมูลหลัก

    OleDbDataAdapter CknOutAdapter = new OleDbDataAdapter("SELECT * FROM
    [OutPutDaily] WHERE ID_Run=" + ID_Run.Text, OleDbConn);
    OleDbCommandBuilder thisBuilder = new
    OleDbCommandBuilder(CknOutAdapter);
    DataSet OutputDataSet = new DataSet();
    CknOutAdapter.Fill(OutputDataSet, "OutPutDaily");
    // ตัวแปร DataSet ชื่อ OutputDataSet เป็นตัวติดต่อไปยังตาราง OutPutDaily ในฐานข้อมูลหลัก

    OleDbDataAdapter CknAdapter = new OleDbDataAdapter("SELECT * FROM
    [Chicken]", OleDbConn);
```

```

OleDbCommandBuilder CknBuilder = new OleDbCommandBuilder(CknAdapter);
DataSet CknDataSet = new DataSet();
CknAdapter.Fill(CknDataSet, "Chicken");
// ตัวแปร DataSet ชื่อ CknDataSet เป็นตัวติดต่อยังตาราง Chicken ในฐานข้อมูล Simulate

// นำค่า ChickenInput ในฐานข้อมูลนำเข้า มาไว้ยัง OutputDaily และ Chicken ในฐานข้อมูลการ
// จำลอง
foreach (DataRow InputData in CknInDataSet.Tables["ChickenInput"].Rows)
// นำค่าแต่ละแถวใน ChickenInput มาไว้ในตัวแปร InputData
{
    // นำค่าใน ChickenInput มาไว้ใน OutputDaily
    DataRow OutputData =
OutputDataSet.Tables["OutPutDaily"].NewRow();
    DataRow ChickenData = CknDataSet.Tables["Chicken"].NewRow();
    OutputData["ID_Run"] = InputData["ID_Run"];
    OutputData["ID_Chicken"] = InputData["ID_Chicken"];
    OutputData["ID_Stage"] = InputData["ID_Stage"];
    OutputData["DateSim"] = 0;
    OutputData["Body_Wt"] = InputData["Wts"];
    OutputData["AreaUtilize"] = 0;
    OutputData["FeedIntake"] = 0;
    OutputData["bChicken"] = true;
    OutputDataSet.Tables["OutPutDaily"].Rows.Add(OutputData);

    // นำค่าในตาราง ChickenInput มาไว้ในตาราง Chicken
    ChickenData["ID_Chicken"] = InputData["ID_Chicken"];
    ChickenData["Gender"] = InputData["Gender"];
    ChickenData["BirthDate"] = DateBegin.Value.AddDays(-Convert.ToInt16(
InputData["Age"])).ToString("dd/MM/yyyy");
    ChickenData["RipDate"] = "";
    ChickenData["OutDate"] = "";
    ChickenData["ID_Hen"] = 0;
    ChickenData["ID_Cock"] = 0;
    CknDataSet.Tables["Chicken"].Rows.Add(ChickenData);

    if (Convert.ToBoolean(InputData["Gender"]))
    ChickenList.Add(AddChicken(InputData));
    // ถ้าเป็นตัวผู้ ให้เพิ่ม Class ChickenClass
    else ChickenList.Add(AddHen(InputData));
// ถ้าเป็นตัวเมีย ให้เพิ่ม Class HenClass
}

CknOutAdapter.Update(OutputDataSet, "OutPutDaily"); // Update
ฐานข้อมูล OutPutDaily
CknAdapter.Update(CknDataSet, "Chicken"); // Update ฐานข้อมูล
Chicken
CknOutAdapter.Fill(OutputDataSet); //นำข้อมูลใน OutputDaily จัดเก็บใน
OutputDataSet

DateTime DateNow = DateBegin.Value;

DataTable OutputDataTable = OutputDataSet.Tables["OutPutDaily"];
// นำข้อมูลตาราง OutPutDaily เติมโดยตัวแปร OutputDataTable ซึ่งเป็นตัวแปร DataSet

```

```

progrbar.Maximum = Convert.ToInt16(editDateSimulation.Text);
// ตั้งค่าสูงสุดให้กับ Control ProgressBar ซึ่งก็คือจำนวนวันที่ทำการ Simulate

// วง Loop เท่ากับจำนวนวันที่ต้องการจำลอง เพื่อทำการจำลองไปในแต่ละวัน
for(int nDay = 1; nDay <= Convert.ToInt16(editDateSimulation.Text);
nDay++)
{
    progrbar.PerformStep(); // เลื่อน ProgressBar 1
Step
    DateNow = DateNow.AddDays(1); // เลื่อนวันที่ปัจจุบันอีก 1 วัน

    // วัน Loop ตามจำนวนไก่และไข่ทั้งหมดเพื่อทำการ Simulate
    for (int nChick = 0; nChick < ChickenList.Count;nChick++)
    {
        DataRow OutputData =
OutputDataSet.Tables["OutPutDaily"].NewRow();
// สร้างแถวใหม่เพื่อเพิ่มข้อมูลให้กับตาราง OutPutDaily

        int nAge = 0;
        if (ChickenList[nChick].ToString() == "Chicken.HenClass")
// ถ้า Class ใน Array เป็นไก่ตัวเมีย ให้ทำการ Simulate Class ตัวเมีย
        {
            HenClass HenNew = new HenClass(); // สร้าง Class ไก่ตัวเมีย
ใหม่
            HenNew = (HenClass) ChickenList[nChick];
            // รับค่าจากไก่ตัวเมียใน Array ที่เก็บไก่

            HenNew.HenStage(Convert.ToInt16(ID_Run.Text), nDay,
DateNow,
                ref ChickenList);
//ให้ Class ไก่ตัวเมียทำการ Simulate โดยเรียก Method HenStage

// นำค่าที่ได้จากการจำลองเก็บไว้ในฐานข้อมูลการจำลอง
            OutputData["ID_Chicken"] = HenNew.ID_Chicken;
            OutputData["ID_Stage"] = HenNew.ID_Stage;
            OutputData["Body_Wt"] = HenNew.m_LWS;
            OutputData["AreaUtilize"] = HenNew.nStageDays;
            OutputData["bChicken"] = true; // true is Chicken :
false is Egg
            OutputData["FeedIntake"] = HenNew.nDead;
            nAge = HenNew.GetAge(DateNow);

            ChickenList[nChick] = HenNew;
            // นำ Class ไก่ตัวเมียที่ทำการ Simulate แล้วมาใส่ไว้ใน Array เหมือนเดิม
        }
        else if (ChickenList[nChick].ToString() ==
"Chicken.ChickenClass")
// ถ้า Class ใน Array เป็นไก่ตัวผู้ ให้ทำการ Simulate Class ตัวผู้
        {
            ChickenClass ChickenNew = new ChickenClass(); //
สร้าง ไก่ตัวผู้ใหม่
            ChickenNew = (ChickenClass) ChickenList[nChick];
            // รับค่าจากไก่ตัวผู้ใน Array ที่เก็บไก่

```

```

        ChickenNew.CockStage(DateNow, ref ChickenList);
//ให้ Class ไก่ตัวผู้ทำการ Simulate โดยเรียก Method CockStage
// นำค่าที่ได้จากการจำลองเก็บไว้ในฐานข้อมูล
        OutputData["ID_Chicken"] = ChickenNew.ID_Chicken;
        OutputData["AreaUtilize"] = ChickenNew.nStageDays;
        OutputData["ID_Stage"] = ChickenNew.ID_Stage;
        OutputData["bChicken"] = true; // true is Chicken :
false is Egg
        OutputData["Body_Wt"] = ChickenNew.m_LWS;
        OutputData["FeedIntake"] = ChickenNew.nDead;
        nAge = ChickenNew.GetAge(DateNow);

        ChickenList[nChick] = ChickenNew;
        // นำ Class ไก่ตัวผู้ทำการ Simulate แล้วมาใส่ไว้ใน Array เหมือนเดิม
    }
    else if (ChickenList[nChick].ToString() ==
"Chicken.EggClass")
// ถ้า Class ใน Array เป็นไข่ให้ทำการ Simulate Class ไข่
    {
        EggClass EggNew = new EggClass(); // สร้าง Class ไข่อื่นใหม่
        EggNew = (EggClass) ChickenList[nChick];
        // รับค่าจากไก่ตัวผู้ใน Array ที่เก็บไข่

EggNew.EggStage(Convert.ToInt16(ID_Run.Text), nDay, DateNow, ref
ChickenList);

        OutputData["ID_Chicken"] = EggNew.ID_EggClutch;
        OutputData["AreaUtilize"] = EggNew.nAge;
        OutputData["ID_Stage"] = EggNew.ID_Stage;
        OutputData["bChicken"] = false; // true is Chicken :
false is Egg
        OutputData["FeedIntake"] = 0;
        nAge = EggNew.nAge;

        ChickenList[nChick] = EggNew;
        // นำ Class ไข่ที่ทำการ Simulate แล้วมาใส่ไว้ใน Array เหมือนเดิม
    }

    OutputData["ID_Run"] = ID_Run.Text;
    OutputData["DateSim"] = nDay;
    if (Convert.ToInt16(OutputData["ID_Stage"]) == 0)
    {
ChickenList.RemoveAt(nChick--);
// ถ้าไก่ตาย หรือ ไข่ฟักแล้ว ลบออกจาก Array
    }
    OutputDataTable.Rows.Add(OutputData);
    // เพิ่มแถวของไก่ หรือ ไข่ ที่ใส่ไว้ใน DataRow เข้าไว้ใน DataTable
    }
}
textBox2.Text = DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss");
Application.DoEvents();

CknOutAdapter.Update(OutputDataSet, "OutPutDaily");
// Update ฐานข้อมูลของ OutputDaily

textBox3.Text = DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss");

```

```

        Application.DoEvents();
        MessageBox.Show("Simulate complete!");
    }
    // ทำการแสดงกราฟจำนวนของไก่ที่ทำการจำลอง
    private void bnOutputGraph_Click(object sender, System.EventArgs e)
    {
        OutputGraphForm OutGraph = new
        OutputGraphForm(Convert.ToInt32(ID_Run.Text),
        Convert.ToInt32(editDateSimulation.Text));
        //เรียก Form OutputGraphForm และส่งค่า ID_Run และ editDateSimulation ไปด้วย เพื่อจะทำการ
        แสดงกราฟ

        OutGraph.Show();
        // แสดงกราฟ
    }

    // ทำการแสดงกราฟน้ำหนักของไก่ที่ทำการจำลอง
    private void bnWtGraph_Click(object sender, System.EventArgs e)
    {
        WeightGraph WtGraph = new WeightGraph(Convert.ToInt32(ID_Run.Text),
        Convert.ToInt32(editDateSimulation.Text));
        //เรียก Form WeightGraph และส่งค่า ID_Run และ editDateSimulation ไปด้วย เพื่อจะทำการแสดง
        กราฟ

        WtGraph.Show();
        // แสดงกราฟน้ำหนักของไก่ที่ทำการจำลอง
    }
}

```

## 2. ChickenClass

```

public void CockStage(DateTime DateNow, ref ArrayList ChickenList )
{ // เปลี่ยนสถานะของไก่
    int nAge = GetAge(DateNow);
    int age = nAge;

    if (age > 210) age = 210; // เนื่องจากสมการคำนวณหาน้ำหนักของไก่ตัวผู้ เมื่ออายุเกิน
    210 วันไปแล้ว น้ำหนักไก่จะลดลง จึงกำหนดให้น้ำหนักคงที่

    m_LWS = ((-0.0005) * (Math.Pow(age,3))) + ( 0.1513 * Math.Pow(age,2) ) +
    (1.1389 * age) + 34.178;
    // คำนวณหาค่าน้ำหนักของไก่

    Random rand = new Random();

    if (nAge == nDead) ID_Stage = 4;
    // ตาย

    else if(nAge > Math.Abs(rand.Next(480,520)) && ID_Stage == 2) ID_Stage
    = 3;
    // หมดยัยเจริญพันธุ์

    else if (ID_Stage != 23)
    // ถ้าไก่ไม่ถูกควบคุมไม่ให้ผสมพันธุ์
    {
        if (ID_Stage == 1&& nStageDays > Math.Abs(rand.Next(110,130)) ) {
            ID_Stage = 2;
        }
    }
}

```

```

// ก่อนวัยเจริญพันธุ์ เปลี่ยนไป ผสมพันธุ์ได้
nStageDays = 0;
ID_Spouse = -1;
}
else if (ID_Stage == 2) {
Breeding(ref ChickenList);
// ผสมพันธุ์ โดยส่งตัวแปรไปทั้งหมดไปด้วย

nStageDays = 0;
}
else if (ID_Stage == 21 && nStageDays > Math.Abs(rand.Next(12,16))) {
ID_Stage = 22;
// ผสมพันธุ์ เปลี่ยนไป พักฟื้น

nStageDays = 0;
}
else if (ID_Stage == 22 && nStageDays > Math.Abs(rand.Next(8,12)))
{
ID_Stage = 2; // พักฟื้นเปลี่ยนไป เจริญพันธุ์
nStageDays = 0;
ID_Spouse = -1;
}
nStageDays++; // เพิ่มอายุใน Stage นี้ อีก 1 วัน
}
}
}
public void Breeding(ref ArrayList ChickenList)
{
if (ID_Spouse > 0) return; // มีคู่แล้ว ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้อีก

ArrayList HenList = new ArrayList();
ArrayList HenID = new ArrayList();

// นำ Class ที่เป็นเฉพาะแม่ไก่ใน ChickenList ใส่ใน Array
for (int nChick = 0; nChick < ChickenList.Count; nChick++) {
if (ChickenList[nChick].ToString() == "Chicken.HenClass") { // Class ใน
Array เป็นแม่ไก่
HenList.Add((HenClass) ChickenList[nChick]); // เพิ่มไก่ใน array
ใหม่
HenID.Add((int) nChick); // Array ลำดับของไก่
}
}

// ตรวจสอบแม่ไก่ ว่า สามารถผสมพันธุ์ได้หรือไม่ หากผสมพันธุ์ได้ (Stage = 2) ให้ผสมพันธุ์
for (int nHen = 0; nHen < HenList.Count; nHen++) {
HenClass HenBreed = new HenClass();
HenBreed = (HenClass) HenList[nHen]; // นำไก่ใน Array มาใช้
if (HenBreed.ID_Stage == 2) // แม่พันธุ์ว่าง และ ยังไม่มีคู่ สามารถผสมพันธุ์ได้
{
HenBreed.ID_Stage = 21; // เปลี่ยนสถานะแม่ไก่ให้อยู่ในช่วงผสมพันธุ์
HenBreed.ID_Spouse = ID_Chicken; // กำหนดคู่ให้กับแม่ไก่
HenBreed.nStageDays = 1; // กำหนดวันเริ่มต้นให้กับ Stage
ChickenList[(int) HenID[nHen]] = HenBreed; // เปลี่ยนไก่ใน

```

```

Array อันเดิม
        ID_Stage = 21; // กำหนดให้พ่อไก่อยู่ในสถานะผสมพันธุ์
        ID_Spouse = HenBreed.ID_Chicken; // กำหนดคู่ให้กับพ่อไก่
        break; // ออกจาก Loop for
    }
}
public int GetAge(DateTime Today)
{
    TimeSpan nAge = Today.Subtract(BirthDate); // วันปัจจุบัน - วันเกิด
    return nAge.Days; // ส่งค่าวันกลับออกจาก Funtion
}

Stage ของไก่ตัวผู้
0 ไช้
1 ก่อนวัยเจริญพันธุ์ 120 วัน ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
2 วัยเจริญพันธุ์ สามารถผสมพันธุ์ได้
    21 Breed ผสมพันธุ์ 14 วัน ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
    22 พ่อไก่พักฟื้น10 วัน ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
    23 ถูกควบคุมไม่ให้ผสมพันธุ์ ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
3 หมดวัยเจริญพันธุ์ ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
4 ตาย ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้

```

### 3. HenClass

```

public void HenStage(int ID_Run, int DateSim, DateTime DateNow, ref
ArrayList ChickenList){
    int nAge = GetAge(DateNow);
    int age = nAge;
    if (age > 180) age = 180; // เนื่องจากสมการคำนวณหาน้ำหนักของไก่ตัวเมีย เมื่ออายุเกิน 180 วันไป
แล้ว น้ำหนักไก่จะลดลง ก็เลยให้อายุคงที่
    m_LWS = ((-0.0004) * (Math.Pow(age,3))) + ( 0.1059 * Math.Pow(age,2)) +
(2.818 * age) + 20.199;
    // คำนวณหาค่าน้ำหนักของแม่ไก่
    Random rand = new Random();
    //int nDead = Math.Abs(rand.Next(800,1000)); // สุ่มวันตาย ช่วงอายุ
800 วัน ถึง 1000 วัน

    if (nAge == nDead) ID_Stage = 0; // ตาย
    else if(nAge > Math.Abs(rand.Next(480,520)) && ID_Stage == 2) ID_Stage
= 3; // หมดวัยเจริญพันธุ์
    else if (ID_Stage != 25) {
    if (ID_Stage == 1&& nStageDays > Math.Abs(rand.Next(110,130)) ) {
    ID_Stage = 2; // ก่อนวัยเจริญพันธุ์ เปลี่ยนไป เจริญพันธุ์
    nStageDays = 0;
    }
    else if(ID_Stage == 2) {
    HenBreeding(ref ChickenList); // ผสมพันธุ์
    nStageDays = 0;
    }
    else if (ID_Stage == 21 && nStageDays > Math.Abs(rand.Next(12,16)) ) {
    ID_Stage = 22; // ผสมพันธุ์ เปลี่ยนไป วางไข่

```

```

nStageDays = 0;
EggDeposit(ID_Run, DateSim, DateNow, ref ChickenList); // วางไข่
}
else if (ID_Stage == 22 && nStageDays > Math.Abs(rand.Next(10,15)) ) {
ID_Stage = 23; // วางไข่ เปลี่ยนเป็น ฟักไข่
nStageDays = 0;
}
else if (ID_Stage == 23 && nStageDays > Math.Abs(rand.Next(20,23)) ) {
ID_Stage = 24; // ฟักไข่ เปลี่ยนเป็น เลี้ยงลูก
nStageDays = 0;
}
else if (ID_Stage == 24 && nStageDays > Math.Abs(rand.Next(55,65)) ) {
ID_Stage = 2; // เลี้ยงลูก เปลี่ยนเป็น เจริญพันธุ์
nStageDays = 0;
}
}
nStageDays++;
}
}
public void HenBreeding(ref ArrayList ChickenList)
{
if (ID_Spouse > 0) return; // มีคู่แล้ว ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้อีก
ArrayList CockList = new ArrayList(); // Array เก็บเฉพาะไก่ตัวผู้
ArrayList CockID = new ArrayList(); // Array เก็บลำดับใน ChickenList ของไก่ตัวผู้

// หาเฉพาะไก่ตัวผู้
for (int nChick = 0; nChick < ChickenList.Count;nChick++)
{
if (ChickenList[nChick].ToString() == "Chicken.ChickenClass")
// Class ที่เป็นไก่ตัวผู้
{
CockList.Add((ChickenClass) ChickenList[nChick]); // นำ
ไก่ตัวผู้ใส่ใน Array
CockID.Add(nChick); // นำลำดับใส่ใน Array
}
}
// ตรวจสอบไก่ตัวผู้ว่าสามารถผสมพันธุ์ได้หรือไม่ หากผสมพันธุ์ได้ ก็ให้ผสมพันธุ์
for (int nCock = 0; nCock < CockList.Count;nCock++)
{
ChickenClass CockBreed = new ChickenClass(); // สร้าง Class ไก่ตัวผู้
ขึ้นมาใหม่
CockBreed = (ChickenClass) CockList[nCock]; // ให้ Class ใหม่มี
คุณสมบัติเป็นไก่ใน List
if (CockBreed.ID_Stage == 2) // พ่อพันธุ์ว่าง และ ยังไม่มีคู่ ผสมพันธุ์ได้
{
CockBreed.ID_Stage = 21; // กำหนดให้สถานะไก่ตัวผู้อยู่ในช่วงผสมพันธุ์
CockBreed.ID_Spouse = ID_Chicken; // กำหนดคู่ให้กับไก่ตัวผู้
CockBreed.nStageDays = 1; // กำหนดอายุเริ่มต้นให้กับ Stage นี้
ChickenList[(int) CockID[nCock]] = CockBreed; // นำไก่ที่ผสม
พันธุ์แล้วเก็บที่เดิม
ID_Stage = 21; // กำหนดสถานะไก่ตัวเมียให้อยู่ในช่วงผสมพันธุ์
ID_Spouse = CockBreed.ID_Chicken; // กำหนดคู่ให้กับไก่ตัวเมีย

```

```

        break; // ออกจากการผสมพันธุ์
    }
}
}
public void EggDeposit(int ID_Run, int DateSim, DateTime DateNow, ref
ArrayList ChickenList) // แม่ไก่ออกไข่
{
Random rand = new Random();
int EggNumber = Math.Abs(rand.Next(10,17)); // กำหนดจำนวนไข่อยู่ระหว่าง 10 - 17 ฟอง
int EggFertile = (EggNumber * Math.Abs(rand.Next(80,90))) / 100;
// กำหนดจำนวนไข่ที่ตีให้อยู่ในช่วง 80 - 90% ของจำนวนไข่ทั้งหมด

OleDbConnection OleDbConn = new OleDbConnection(ConnectionString);
// สร้างตัวติดต่อฐานข้อมูลการ Simulation
OleDbConn.Open(); // เปิดฐานข้อมูล

// เลือกข้อมูลจากตาราง Egg
OleDbDataAdapter EggAdapter = new OleDbDataAdapter("SELECT * FROM
Egg",OleDbConn);
OleDbCommandBuilder thisBuilder = new OleDbCommandBuilder(EggAdapter);

DataSet EggDataSet = new DataSet(); // สร้าง DataSet ใหม่เพื่อเอาไว้
เก็บข้อมูล
EggAdapter.Fill(EggDataSet, "Egg"); // นำข้อมูลในตาราง Egg เก็บไว้ใน
DataSet
DataTable EggDataTable = EggDataSet.Tables["Egg"];
// นำรายละเอียดในตาราง Egg มาเก็บไว้ใน DataTable

EggDataSet.Tables["Egg"].Columns["ID_EggClutch"].AutoIncrement = true;
int Rows = 0; // กำหนดตัวนับ AutoIncrement ของ
ID_EggClutch = 0
if (EggDataSet.Tables["Egg"].Rows.Count > 0) { // ถ้ามีข้อมูลในตาราง Egg
Rows =
Convert.ToInt32(EggDataSet.Tables["Egg"].Rows[EggDataSet.Tables["Egg"].
Rows.Count-1]["ID_EggClutch"]);
// นำค่ามากที่สุดของ ID_EggClutch มาเก็บไว้ในตัวแปร Rows เพื่อทำ AutoIncrement ต่อไป
}
EggDataSet.Tables["Egg"].Columns["ID_EggClutch"].AutoIncrementSeed =
Rows + 1;
// กำหนดตัวเริ่มต้น AutoIncrement ใหม่ให้เป็น Rows + 1

// เพิ่มไข่ในฐานข้อมูล
DataRow EggDataRow;
EggDataRow = EggDataTable.NewRow(); // สร้างแถวใหม่ให้กับ DataSet
EggDataRow["ID_Hen"] = ID_Chicken; // กำหนดรหัสของพ่อ
EggDataRow["ID_Cock"] = ID_Spouse; // กำหนดรหัสของแม่
EggDataRow["DepositDate"] = DateNow.ToString("dd/MM/yyyy"); //
กำหนดวันเกิดของไข่
EggDataRow["nEgg"] = EggNumber; // กำหนดจำนวนไข่ทั้งหมด
EggDataRow["nEggFertile"] = EggFertile; // กำหนดจำนวนไข่ที่ตี
EggDataRow["HatchingDate"] = ""; // กำหนดวันฟักไข่ให้เป็นค่าว่างเนื่องจากยังไม่ฟัก

```

```

EggDataTable.Rows.Add(EggDataRow); // เพิ่มแถวใน DataTable
EggAdapter.Update(EggDataSet, "Egg"); // Update ฐานข้อมูล
EggDataSet.AcceptChanges(); // ยืนยันการ Update ฐานข้อมูล

int ID_EggClutch =
Convert.ToInt32(EggDataSet.Tables["Egg"].Rows[EggDataSet.Tables["Egg"].
Rows.Count-1]["ID_EggClutch"]);
// นำค่า ID_EggClutch ที่ Update ล่าสุด ในฐานข้อมูลมาใส่ในตัวแปร ID_EggClutch

EggClass EggNew = new EggClass(); // สร้าง Class ใหม่
EggNew.ID_EggClutch = ID_EggClutch; // กำหนด ID_EggClutch ใหม่
EggNew.ID_Stage = 0; // สถานะเป็นไข่
EggNew.ID_Hen = ID_Chicken; // กำหนดรหัสของพ่อ
EggNew.ID_Cock = ID_Spouse; // กำหนดรหัสของแม่
EggNew.DepositedDate = DateTime.Now; // กำหนดวันเกิดของไข่
EggNew.nEgg = EggNumber; // กำหนดจำนวนไข่ทั้งหมด
EggNew.nFertileEgg = EggFertile; // กำหนดจำนวนไข่ที่ตี
EggNew.nAge = 0; // กำหนดอายุเริ่มต้น

ChickenList.Add(EggNew); // เพิ่ม Class ไข่เข้าไปใน ChickenList
OleDbConn.Close(); // ปิดฐานข้อมูล
}

```

#### Stage ของไข่ตัวเมีย

1	ก่อนวัยเจริญพันธุ์ 120 วัน	ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
2	เจริญพันธุ์	สามารถผสมพันธุ์ได้
มีเหตุการณ์ดังนี้		
21	Breed ผสมพันธุ์ 14 วัน	ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
22	แม่ไก่วางไข่ 10 - 15 วัน	ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
23	แม่ไก่ฟักไข่ 21 วันนับจากวางไข่ฟองสุดท้าย	ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
24	แม่ไก่เลี้ยงลูก 60 วันโดยประมาณ	ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
25	ไข่ถูกควบคุมไม่ให้ผสมพันธุ์	ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
3	หมดวัยเจริญพันธุ์	ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้
4	ตาย	ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้

#### 4. EggClass

```

public void EggStage(int ID_Run, int DateSim, DateTime DateNow, ref
ArrayList ChickenList)
{
if (ID_Stage == 0)
{
nAge++;
if (nAge >= 21) ID_Stage = 1;
}
if (ID_Stage == 1) IDCreateChicken(ID_Run, DateSim, DateNow, ref

```

```

ChickenList);
}
    Method EggStage() นี้ จะรับตัวแปรมา 4 ตัวด้วยกันคือ
    Int ID_Run          คือ รหัสลำดับการ Simulate
    Int DateSim        คือ วันที่ทำการ Simulate
    DateTime DateNow   คือ วันที่ปัจจุบัน

ref ArrayList ChickenList คือ List ของไก่และไข่ทั้งหมด ตัวแปรที่เป็น ref คือ ตัวแปรที่เป็น pointer แต่ว่าไม่สามารถอ้างอิง address ได้

การทำงานของ Method EggStage()
ถ้าหากอายุของไข่มากกว่าหรือเท่ากับ 21 วันและสถานะเป็น 0 (ยังเป็นไข่) แล้วให้พักเป็นไก่ได้ โดยเรียก function CreateChicken() และถ้าอายุน้อยกว่า 21 วัน ให้ทำการเพิ่มอายุไปอีก 1 วัน

Private void CreateChicken(int ID_Run, int DateSim, DateTime DateNow, ref ArrayList ChickenList)
//พักไข่ออกมาเป็นไก่
{
    Random rand = new Random();
    int Male = (nFertileEgg * Math.Abs(rand.Next(40,45))) / 100;
    //จำนวนไก่ตัวผู้ (Male) คำนวณได้จาก การ Random จำนวนไข่ที่ดี (nFertileEgg) คิดเป็น 40 - 45 %

    int Female = nFertileEgg - Male;
    //จำนวนไก่ตัวเมีย (Female) คำนวณได้จาก จำนวนไข่ที่ดี (nFertileEgg) ลบ จำนวนไก่ตัวผู้ (Male)

    for(int nCock = 0;nCock < Male;nCock++)
    {
        ChickenList.Add(AddChicken(Convert.ToInt16(ChickenData["ID_Chicken"]), DateNow));
        //เพิ่มไก่ตัวผู้เข้าไปใน List ตามจำนวนของไก่ตัวผู้ (ตัวแปร Male) โดยการเรียกใช้ Method AddChicken()
        โดยส่ง รหัสของไก่ และ วันที่ปัจจุบันไปด้วย
    }

    for(int nHen = 0;nHen < Female;nHen++)
    {
        ChickenList.Add(AddHen(Convert.ToInt16(ChickenData["ID_Chicken"]), DateNow));
        //เพิ่มไก่ตัวเมียเข้าไปใน List ตามจำนวนของไก่ตัวเมีย (ตัวแปร Female) โดยการเรียกใช้ Method AddHen()
        โดยส่ง รหัสของไก่ และ วันที่ปัจจุบันไปด้วย
    }
}

private ChickenClass AddChicken(int ID_Chicken, DateTime DateNow)
//ใช้สร้างไก่ตัวผู้ โดยรับค่ารหัสของไก่ และวันที่ปัจจุบันด้วย แล้วส่ง Class ไก่ตัวผู้ที่ถูกสร้างกลับออกด้วย
{
    Random rand = new Random();
    ChickenClass ChickenNew = new ChickenClass(); // สร้าง Class ไก่ตัวผู้ขึ้นมาใหม่

    ChickenNew.ID_Chicken = ID_Chicken; // รหัสของไก่ เท่ากับ รหัสของไก่ที่ส่งมา
    ChickenNew.ID_ChickenBreed = 1;
    ChickenNew.ID_Stage = 23; // ไก่ถูกควบคุมไม่ให้ผสมพันธุ์
    ChickenNew.bGender = true; // กำหนดให้เป็นตัวผู้
}

```

```

ChickenNew.BirthDate = DateTime.Now; // กำหนดวันเกิด
ChickenNew.nStageDays = 0;
ChickenNew.m_LWFi = 20; // กำหนดน้ำหนักเริ่มต้น เป็น 20 กรัม
ChickenNew.InitialWeight(); // กำหนดค่าเริ่มต้นของน้ำหนักไก่
ChickenNew.nDead = Math.Abs(rand.Next(800,1000)); // สุ่มวันตายให้ไก่ระหว่าง 800 - 1000 วัน
return ChickenNew; // ส่ง Class ไก่ตัวผู้กลับคืน
}private HenClass AddHen(int ID_Chicken, DateTime DateTime)
//ใช้สร้างไก่ตัวเมีย โดยรับค่ารหัสของไก่ และวันที่ปัจจุบันด้วย แล้วส่ง Class ไก่ตัวเมียที่ถูกสร้างกลับออกด้วย
{
Random rand = new Random();
HenClass ChickenNew = new HenClass(); // สร้าง Class ไก่ตัวเมียขึ้นมาใหม่

ChickenNew.ID_Chicken = ID_Chicken;
ChickenNew.ID_ChickenBreed = 1;
ChickenNew.ID_Stage = 25; // สถานะถูกควบคุมไม่ให้ผสมพันธุ์
ChickenNew.bGender = false; // กำหนดให้เป็นไก่ตัวเมีย
ChickenNew.BirthDate = DateTime.Now;
ChickenNew.nDead = Math.Abs(rand.Next(800,1000)); // สุ่มวันตายให้ไก่ ระหว่าง 800
- 1000 วัน
ChickenNew.nStageDays = 0;
ChickenNew.m_LWFi = 20; // กำหนดน้ำหนักเริ่มต้นให้ไก่เป็น 20 กรัม
ChickenNew.InitialWeight(); // กำหนดค่าเริ่มต้นน้ำหนักไก่

ChickenNew.nEggWt = 0; // กำหนดน้ำหนักของไข่ในตัวไก่เป็น 0
return ChickenNew; // ส่ง Class ไก่ตัวเมียกลับคืน
}
Stage ของไข่
0 เป็นไข่
1 ฟักแล้ว

```

### 5. Class OutputGraphForm

```

protected void SetDataGraph(int ID_Run,int DateSim)
{
OleDbConnection OleDbConn = new OleDbConnection(strConnectionString);
OleDbConn.Open();
// ทำการเปิดฐานข้อมูลผลการจำลองไก่พื้นเมือง

string strCommand = "SELECT OutPutDaily.ID_Run, OutPutDaily.DateSim,
Count(OutPutDaily.ID_Chicken) AS CountOfID_Chicken FROM OutPutDaily LEFT
JOIN Chicken ON OutPutDaily.ID_Chicken = Chicken.ID_Chicken GROUP BY
OutPutDaily.ID_Run, OutPutDaily.DateSim, Chicken.Gender,
OutPutDaily.bChicken HAVING OutPutDaily.DateSim>0 AND
Chicken.Gender=True AND OutPutDaily.bChicken=True AND ID_Run=" +
ID_Run.ToString();
// กำหนดตัวแปรเพื่อจะทำการเลือกเฉพาะข้อมูลที่เป็นไก่ตัวผู้ ในตาราง OutPutDaily

OleDbCommand thisCommand = OleDbConn.CreateCommand();
thisCommand.CommandText = strCommand;
OleDbDataReader thisReader = thisCommand.ExecuteReader();
// ทำการ Execute ตัวแปร strCommand ที่ได้กำหนดเลือกข้อมูลไว้ข้างต้น โดยนำข้อมูลมาเก็บไว้ในตัวแปร
thisReader ซึ่งเป็นตัวแปรชนิด OleDbDataReader

```

```
object[, ] myData = new object[DateSim+1+2,4];
// สร้างตัวแปร myData มาเป็นแบบ Array 2 มิติ มีขนาดเท่ากับ 4 Column และจำนวนแถวมีขนาดเท่ากับจำนวนวันที่ทำการจำลองโดย Column ที่ 0 เอาไว้เก็บวันที่ทำการจำลอง, Column ที่ 1 เก็บข้อมูลจำนวนไก่ตัวผู้, Column ที่ 2 เก็บข้อมูลไก่ตัวเมีย, Column ที่ 3 เก็บจำนวนไข่

myData[0,0] = "";
myData[0,1] = "Cock";
myData[0,2] = "Hen";
myData[0,3] = "Egg";

// กำหนด Label ให้กับวันที่โดยเอาค่าใส่ในตัวแปร myData Column ที่ 0
for(int d = 1;d < DateSim +1;d++)
{
if ((d % 10) == 0)      myData[d,0] = "D" + d.ToString();
else myData[d,0] = " ";
}

// อ่านค่าจากตัวแปร thisReader จากแถวแรกไปจนถึงแถวสุดท้าย โดยใช้ Method Read()
while( thisReader.Read())
myData[Convert.ToInt32(thisReader["DateSim"]) +1,1] =
Convert.ToDouble(thisReader["CountOfID_Chicken"]);
// เอาค่าจำนวนของไก่ตัวผู้มาไว้ในตัวแปร myData อยู่ใน Column ที่ 1 แถวที่ตามวันที่

OleDbConn.Close();

OleDbConn.Open();

strCommand = "SELECT OutPutDaily.ID_Run, OutPutDaily.DateSim,
Count(OutPutDaily.ID_Chicken) AS CountOfID_Chicken FROM OutPutDaily LEFT
JOIN Chicken ON OutPutDaily.ID_Chicken = Chicken.ID_Chicken GROUP BY
OutPutDaily.ID_Run, OutPutDaily.DateSim, Chicken.Gender,
OutPutDaily.bChicken HAVING OutPutDaily.DateSim>0 AND
Chicken.Gender=False AND OutPutDaily.bChicken=True AND ID_Run=" +
ID_Run.ToString();
// กำหนดตัวแปรเพื่อจะทำการเลือกเฉพาะข้อมูลที่เป็นไก่ตัวเมีย ในตาราง OutPutDaily

OleDbCommand HenCommand = OleDbConn.CreateCommand();
HenCommand.CommandText = strCommand;
OleDbDataReader HenReader = HenCommand.ExecuteReader();
// ทำการ Execute ตัวแปร strCommand ที่ได้กำหนดเลือกข้อมูลไว้ข้างต้น โดยนำข้อมูลมาเก็บไว้ในตัวแปร
HenReader ซึ่งเป็นตัวแปรชนิด OleDbDataReader

// อ่านค่าจากตัวแปร HenReader จากแถวแรกไปจนถึงแถวสุดท้าย โดยใช้ Method Read()
while (HenReader.Read())
myData[Convert.ToInt32(HenReader["DateSim"]) + 1, 2] =
Convert.ToDouble(HenReader["CountOfID_Chicken"]);
// เอาค่าจำนวนของไก่ตัวเมียมาไว้ในตัวแปร myData อยู่ใน Column ที่ 2 แถวที่ตามวันที่

OleDbConn.Close();
OleDbConn.Open();

strCommand = "SELECT OutPutDaily.ID_Run, OutPutDaily.DateSim,
Sum(Egg.nEgg) AS SumOfnEgg FROM OutPutDaily INNER JOIN Egg ON
OutPutDaily.ID_Chicken = Egg.ID_EggClutch GROUP BY OutPutDaily.ID_Run,
OutPutDaily.DateSim, OutPutDaily.bChicken HAVING
(((OutPutDaily.ID_Run)=" + ID_Run.ToString() + ") AND
((OutPutDaily.DateSim)>0) AND ((OutPutDaily.bChicken)=False));
```

```
// กำหนดตัวแปรเพื่อจะทำการเลือกเฉพาะข้อมูลที่เป็นไข่ ในตาราง OutPutDaily

OleDbCommand EggCommand = OleDbConn.CreateCommand();
EggCommand.CommandText = strCommand;
OleDbDataReader EggReader = EggCommand.ExecuteReader();
// ทำการ Execute ตัวแปร strCommand ที่ได้กำหนดเลือกข้อมูลไว้ข้างต้น โดยนำข้อมูลมาเก็บไว้ในตัวแปร
EggReader ซึ่งเป็นตัวแปรชนิด OleDbDataReader

        // อ่านค่าจากตัวแปร EggReader จากแถวแรกไปจนถึงแถวสุดท้าย โดยใช้ Method Read()
while (EggReader.Read())
myData[Convert.ToInt32(EggReader["DateSim"]) + 1,3] =
Convert.ToDouble(EggReader["SumOfnEgg"]);
// เอาค่าจำนวนของไข่มาไว้ในตัวแปร myData อยู่ใน Column ที่ 3 แถวที่ตามวันที่

OleDbConn.Close();
axMSChart1.ChartData = myData;
// นำค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในตัวแปร myData ให้กับตัวแปร ChartData ซึ่งเป็นตัวแปรใน Control มชื่อ axMSChart1
ซึ่งเป็น Control MSChart
}
```

## 6. Class WeightGraph

```
protected void SetDataGraph(int ID_Run,int DateSim)
{
OleDbConnection OleDbConn = new OleDbConnection(strConnectionString);
OleDbConn.Open();
// เปิดฐานข้อมูลผลการจำลองไก่พื้นเมือง

string strCommand = "SELECT DateSim, Sum(Body_Wt) As Weight From
OutPutDaily Where ID_Run=" + ID_Run.ToString() + "And bChicken=True
Group By DateSim";
// กำหนดค่าเพื่อที่จะเลือกข้อมูลน้ำหนักของไก่ในตาราง OutPutDaily

OleDbCommand thisCommand = OleDbConn.CreateCommand();
thisCommand.CommandText = strCommand;
OleDbDataReader thisReader = thisCommand.ExecuteReader();
// ทำการ Execute ตัวแปร strCommand ที่ได้กำหนดเลือกข้อมูลไว้ข้างต้น โดยนำข้อมูลมาเก็บไว้ในตัวแปร
thisReader ซึ่งเป็นตัวแปรชนิด OleDbDataReader

object[,] myData = new object[DateSim+1+2,2];
myData[0,0] = "";
myData[0,1] = "Weight";

        // อ่านค่าจากตัวแปร thisReader จากแถวแรกไปจนถึงแถวสุดท้าย โดยใช้ Method Read()
while( thisReader.Read())
myData[Convert.ToInt32(thisReader["DateSim"]) +1,1] =
Convert.ToDouble(thisReader["Weight"]);
// เอาค่าจำนวนของไข่มาไว้ในตัวแปร myData อยู่ใน Column ที่ 1 แถวที่ตามวันที่

OleDbConn.Close();

axMSChart1.ChartData = myData;
// นำค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในตัวแปร myData ให้กับตัวแปร ChartData ซึ่งเป็นตัวแปรใน Control มชื่อ axMSChart1
ซึ่งเป็น Control MSChart
}
```

## การทดสอบแบบจำลองคอมพิวเตอร์

แบบจำลองคอมพิวเตอร์ได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณและความสัมพันธ์เชิงตรรกะในแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงในบทก่อนหน้านี้นี้เข้าด้วยกันด้วยโปรแกรมเชิงวัตถุ ซึ่งสามารถคำนวณระยะพัฒนาการและการเจริญเติบโตของไก่แต่ละตัวในฝูงซึ่งมีเพศและอายุแตกต่างกันเป็นรายวัน และสามารถจำลองความสัมพันธ์ระหว่างไก่ในฝูงที่อยู่ในระยะที่หลากหลายนี้อันเป็นรายวันได้ โดยแต่ละรอบของการคำนวณซึ่งหมายถึงแต่ละวัน ไก่จะเพิ่มอายุ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระยะพัฒนาการ หากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอยู่ในเงื่อนไขที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างไก่ ก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อไข่หรือไก่ตัวอื่นในฝูง แต่เนื่องจากขาดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในระดับฝูงไก่ จึงไม่สามารถประเมินความสามารถในการคาดการณ์ (Validation) ของแบบจำลองได้ทำได้เพียงทดสอบการทำงานของแบบจำลอง (Verification) เท่านั้น

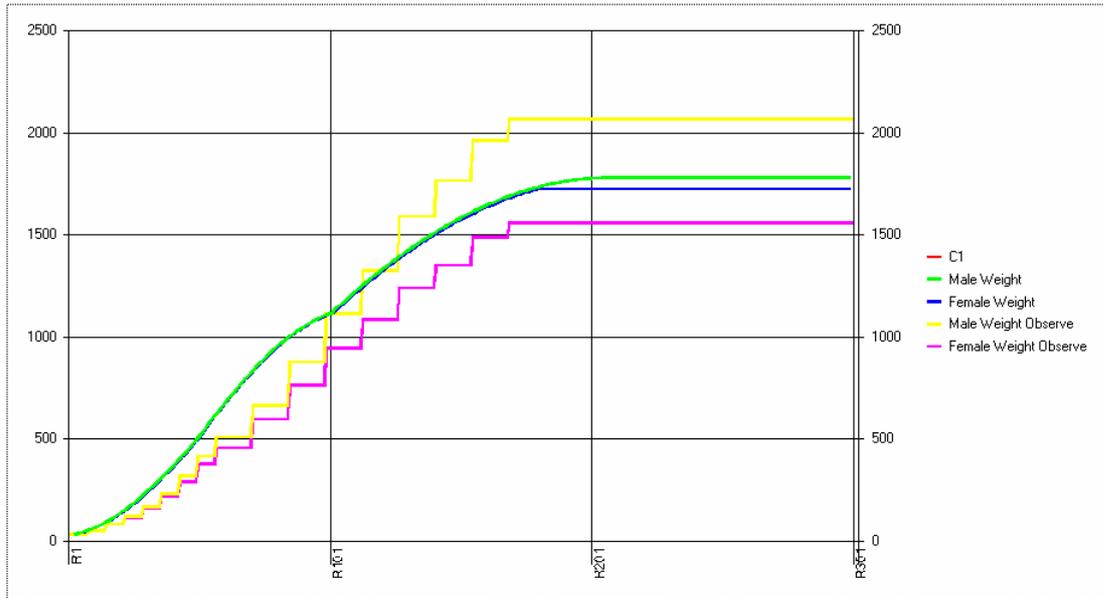
ในส่วนของการเติบโตนั้น เนื่องจากชุดสมการที่ใช้เป็นความสัมพันธ์ของไก่เนื้อ ซึ่งแม้ว่าจะมีรูปแบบความสัมพันธ์ของการกิน ใช้ และสะสมพลังงานและโปรตีนเป็นแบบเดียวกัน แต่ก็มีอัตราแตกต่างจากไก่พื้นเมืองมาก จึงจำเป็นจะต้องมีการปรับค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ พบว่า หลังจากปรับค่าสัมประสิทธิ์แล้วให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของไก่จริง ๆ (ดูรายละเอียดในบทก่อน) จึงนำค่าดังกล่าวมาใช้ในแบบจำลองคอมพิวเตอร์

ดังนั้น ในส่วนนี้จะทำการทดสอบการทำงานโดยการจำลองฝูงไก่ที่มีขนาดแตกต่างกัน ดังนี้

1. เพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 1 ตัว เพื่อทดสอบการคาดการณ์การเติบโต
2. เพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 4 ตัว เพื่อทดสอบการคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างไก่
3. เพศผู้ 2 ตัวและเพศเมีย 8 ตัว เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างไก่ เมื่อมีมากกว่า 1 คู่ผสม

### เพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 1 ตัว

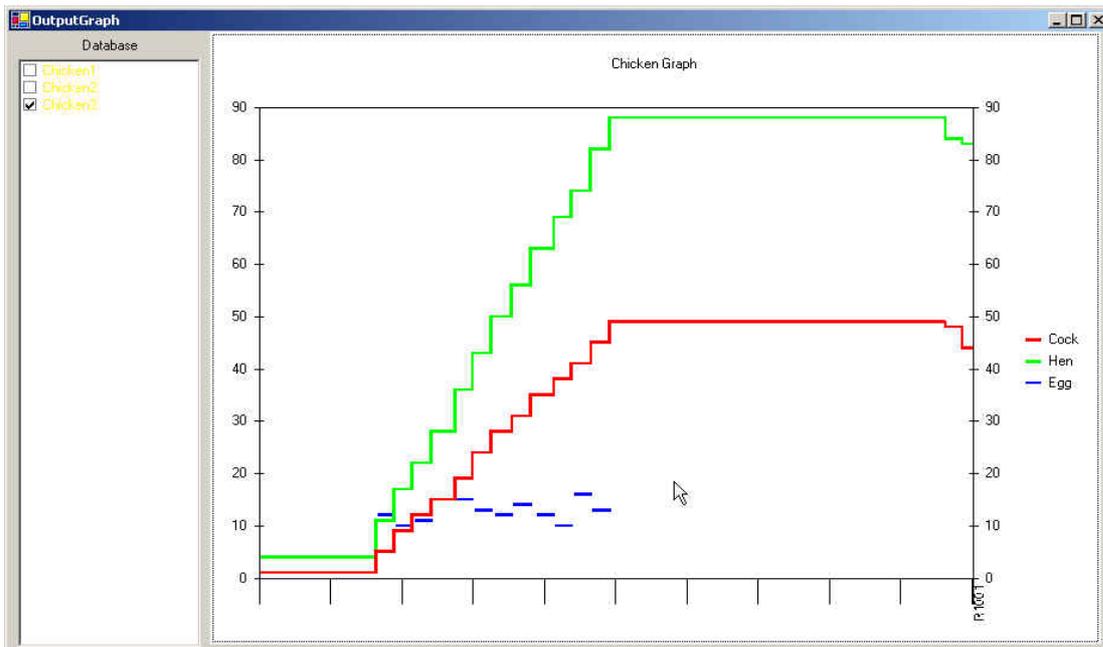
ในส่วนนี้เป็นการจำลองสถานการณ์การเลี้ยงไก่เพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 1 ตัว เป็นเวลา 300 วัน เพื่อทดสอบการคาดการณ์การเติบโตหรือสะสมน้ำหนักของไก่ พบว่า แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามารถคำนวณการเติบโตได้ถูกต้องตรงกับที่คำนวณได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์ (ภาพที่ 9) อย่างไรก็ตาม แบบจำลองคอมพิวเตอร์มีความสามารถสูงกว่าแบบจำลองคณิตศาสตร์ ตรงที่สามารถจำลองการเติบโตไปพร้อมกับการจำลองพัฒนาการของไก่ทั้งฝูงที่มีอายุแตกต่างกันได้ และเมื่อแบบจำลองสร้างไก่ตัวใหม่ขึ้นตามเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างไก่ กระบวนการจำลองพัฒนาการและการเติบโตของไก่ตัวใหม่ก็จะเกิดขึ้น



ภาพที่ 9 การสะสมน้ำหนักของไก่เพศผู้และเพศเมีย

### เพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 4 ตัว

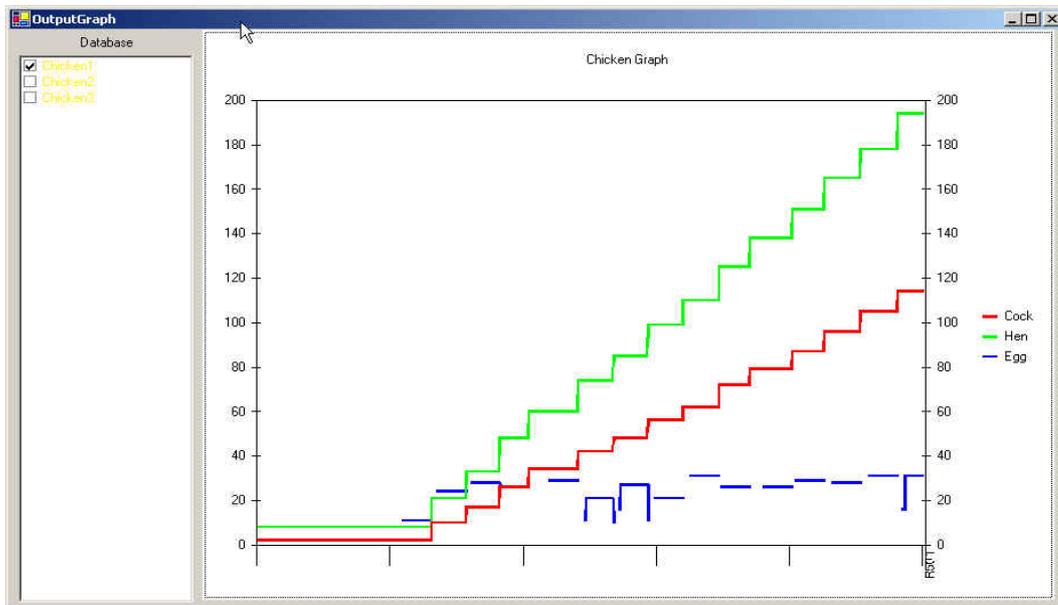
ในส่วนนี้เป็นการจำลองสถานการณ์การเลี้ยงไก่เพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 4 ตัว เป็นเวลา 1000 วัน เพื่อทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างไก่ ในการผสมพันธุ์ วางไข่ และฟักไข่และการฟักฟืนของพ่อไก่ และการกลับไปพร้อมผสมกับแม่ไก่ตัวอื่น เมื่อพิจารณาจากจำนวนไข่ (ภาพที่ 10) พบว่า การวางไข่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน นั่นหมายความว่า ไม่มีการผสมพันธุ์ซ้อนกันเกิดขึ้นในแบบจำลอง พ่อไก่จะไม่วางผสมกับแม่ไก่ตัวอื่นเมื่อผสมกับแม่ไก่ตัวหนึ่งแล้ว หลังจากผสมแล้วระยะหนึ่งจึงจะสามารถผสมได้อีกครั้ง ซึ่งแบบทำงานตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ นอกจากนี้จำนวนไข่ที่วางก็เป็นค่าที่สุ่มระหว่าง 10 - 15 ฟอง ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดเช่นกัน



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของฝูง

### เพศผู้ 2 ตัวและเพศเมีย 8 ตัว

ในส่วนนี้เป็นการจำลองสถานการณ์การเลี้ยงไก่เพศผู้ 2 ตัวและเพศเมีย 8 ตัว เป็นเวลา 500 วัน เพื่อทดสอบความสามารถในการคาดการณ์การผสมเมื่อมีมากกว่า 1 คู่ผสมในเวลาเดียวกัน พบว่า เมื่อพิจารณาจากจำนวนไข่ (ภาพที่ 11) พบว่า มีการวางไข่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน เนื่องจากมีจำนวนไข่มากกว่า 15 ฟองหรือหนึ่งชุด ในช่วงประมาณ 170 วันขึ้นไป ของการเลี้ยง เพื่อให้ทราบที่มาของไข่ชุดดังกล่าว จึงเรียกดูข้อมูลเป็นรายวันโดยคลิกที่ปุ่ม Load Simulate เลือกแสดงข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวพบว่าในวันที่ 201 ของการเลี้ยง มีไข่เกิดขึ้น 2 ชุดจริง แต่เป็นไข่ที่มาจากพ่อและแม่ต่างคู่กัน แสดงว่าไม่มีชั้นทับของคู่ผสมพันธุ์เกิดขึ้นในแบบจำลอง (ภาพที่ 12) ซึ่งแบบจำลองทำงานตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของฝูง

Initial Chicken for Simulation						
ID_Run	ID_Chicken	ID_ChickenBr	ID_Stage	Gender	Age	Wts
1	2	(null)	1	<input type="checkbox"/>	20	12
1	3	(null)	1	<input type="checkbox"/>	20	11
1	4	(null)	1	<input type="checkbox"/>	20	10
1	5	(null)	1	<input type="checkbox"/>	20	14
1	6	(null)	1	<input type="checkbox"/>	20	13
1	7	(null)	1	<input type="checkbox"/>	20	11
1	8	(null)	1	<input type="checkbox"/>	20	11
1	9	(null)	1	<input type="checkbox"/>	20	12
1	10	(null)	1	<input checked="" type="checkbox"/>	20	10
1	11	(null)	1	<input checked="" type="checkbox"/>	20	10

Chicken Male (24)				
ID_Chicken	Age	ID_Stage	Body_Wt	FeedIntake
12	71	9	683.771	952
13	71	9	683.771	920
14	71	9	683.771	920
15	71	9	683.771	920
16	71	9	683.771	920
24	71	9	683.771	863

Chicken Female (40)				
ID_Chicken	Age	ID_Stage	Body_Wt	FeedIntake
17	71	9	593.169	920
18	71	9	593.169	920
19	71	9	593.169	920
20	71	9	593.169	991
21	71	9	593.169	991
22	71	9	593.169	991
23	71	9	593.169	991

Egg (2)				
ID_EggClutch	ID_Hen	ID_Cock	Age	nEgg
26	8	10	19	15
28	9	11	19	11

ภาพที่ 12 สถานะของแม่ไก่

## สรุป

ในส่วนนี้รายงานผลการพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลนำเข้า (Input) และผลลัพธ์ (Output) ของการจำลอง การพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม NCSim 1.0 โดยภาษา C#.NET และผลการทำงานของแบบจำลอง ซึ่งพบว่า การใช้ฐานข้อมูลในการเก็บค่าข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ของแบบจำลอง ช่วยให้สามารถเก็บค่าข้อมูลนำเข้าและผลการจำลองไว้ได้หลายชุด ทำให้สามารถเปรียบเทียบผลของการจำลองสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้ทันที นอกจากนี้ยังสามารถเรียกกลับมาแก้ค่าข้อมูลนำเข้าแล้วจำลองใหม่ได้ง่าย สำหรับการรายละเอียดของการเรียกใช้ คำนวณ และเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลได้อธิบายไว้แล้วในบทนี้พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดของ code ไว้ด้วย ในส่วนของการทดสอบการทำงานของแบบจำลองคอมพิวเตอร์พบว่า แบบจำลองทำงานตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด อย่างไรก็ตาม การคำนวณของแบบจำลองมีการเพิ่มขึ้นของประชากรไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นการคำนวณจากลักษณะทางพันธุกรรมของไก่ตามหลักการและองค์ความรู้ด้านสรีระวิทยาของไก่ โดยปราศจากอิทธิพลด้านสภาพแวดล้อมและการจัดการ ซึ่งต้องมีการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ให้สามารถผนวกอิทธิพลของปัจจัยการผลิตและสภาพแวดล้อมเข้าในการคำนวณของแบบจำลองในรุ่นต่อไป เพื่อให้แบบจำลองไก่พื้นเมืองเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้ใช้งานใช้ประกอบการตอบปัญหาหรือใช้ประกอบการจัดการผลิตไก่พื้นเมืองในทางปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

## เอกสารอ้างอิง

วรชัย เชาว์วิระประสิทธิ์. 2547. หัดเขียนโปรแกรม C# แบบมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: บริษัท เอ.อาร์.อินฟอร์เมชันแอนด์พับลิเคชัน จำกัด

Microsoft. Computer Software. Visual Studio.net version 2003. the United State: Microsoft Corporation.

Microsoft. Computer Software. Microsoft Office version 2003. the United State: Microsoft Corporation.

ภาคผนวก

## แบบสอบถามไก่อื่นบ้าน

ผู้เลี้ยงดูไก่ .....  ผู้ตัดสินใจ.....  
ที่อยู่ .....

### รูปแบบการเลี้ยง

จำนวนแม่ไก่.....ถึง.....ตัว  เลี้ยงอยู่กับที่  เคลื่อนย้ายตามฤดูกาล

#### กรณีเลี้ยงอยู่กับที่

เลี้ยงที่  ใต้ถุนบ้าน  ที่นา  ที่ไร่.....  ที่สวน.....ระยะทางจากบ้าน.....

ปล่อง  ชัง  กึ่งชังกึ่งปล่อง ขนาดบริเวณ.....(ปล่องและกึ่งปล่อง)

#### กรณีเคลื่อนย้ายตามฤดูกาล

ฤดูฝนเลี้ยงที่  บ้าน  ที่นา  ที่ไร่.....  ที่สวน.....ระยะจากบ้าน.....

ปล่อง  ชัง  กึ่งชังกึ่งปล่อง ขนาดบริเวณ..... (ปล่องและกึ่งปล่อง)

ฤดูหนาวเลี้ยงที่  บ้าน  ที่นา  ที่ไร่.....  ที่สวน.....ระยะจากบ้าน.....

ปล่อง  ชัง  กึ่งชังกึ่งปล่อง ขนาดบริเวณ..... (ปล่องและกึ่งปล่อง)

ฤดูร้อนเลี้ยงที่  บ้าน  ที่นา  ที่ไร่.....  ที่สวน.....ระยะจากบ้าน.....

ปล่อง  ชัง  กึ่งชังกึ่งปล่อง ขนาดบริเวณ..... (ปล่องและกึ่งปล่อง)

### การจัดการ

อาหาร  วัคซีน  โรงเรือน  ฝูงไก่ (จำนวนและโครงสร้าง)  การเก็บไข่ และ ไก่

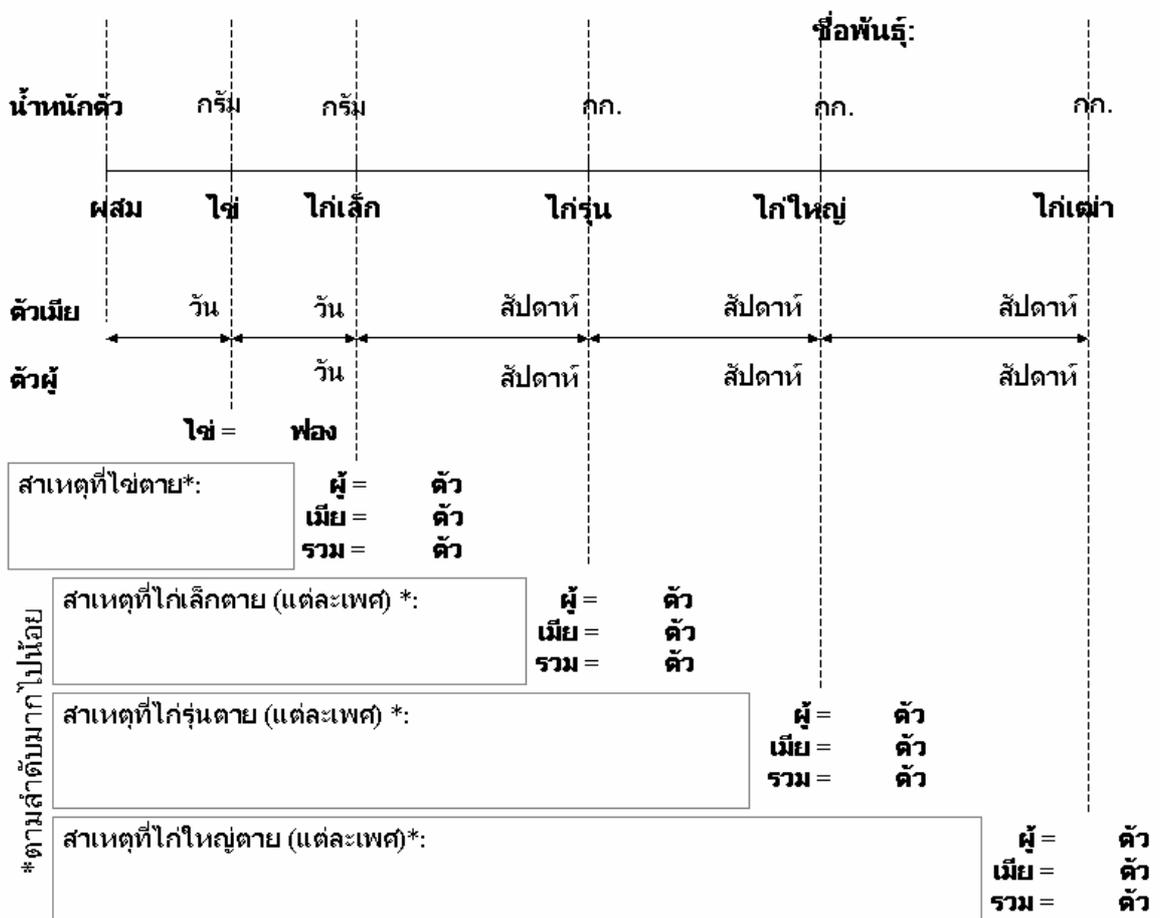
ระยะเวลาที่เลี้ยงไก่..... ปี

ระยะเวลาที่เลี้ยงรูปแบบนี้.....ปี

## ความรู้เกี่ยวกับไก่ของเกษตรกร

### ไก่หนึ่งรอบ

การเติบโต ระยะเวลา และการตายในไก่แต่ละรุ่น?



ฤดูกาล มีผลต่อ การเติบโต ระยะเวลา และการตายของไก่หรือไม่

ตัวอย่าง  
ที่ภาคกลาง

ฤดู	รุ่นไก่ที่ฤดูกาล กระทบมากที่สุด	กระทบอย่างไร	เพราะอะไร
ฤดูฝน	ไก่เล็ก	ตาย	เป็นพยาธิ
ฤดูหนาว	ไก่ทุกรุ่น	แข็งแรงสมบูรณ์	อากาศดี และมีปลวก หนอน มาก
ฤดูร้อน	ไก่ทุกรุ่น	ไม่ค่อยโต	กินแต่น้ำ

สำหรับไก่ของท่าน

ฤดู	รุ่นไก่ที่ฤดูกาล กระทบมากที่สุด	กระทบอย่างไร	เพราะอะไร
ฤดูฝน			
ฤดูหนาว			
ฤดูร้อน			

## การจัดการอาหาร

### ไก่เล็ก

อาหารที่ให้  ข้าว  ข้าวโพด  ข้าวฟ่าง  อื่น ๆ ระบุ.....  
ความถี่ .....ครั้ง / .....วัน, ปริมาณ .....ลิตร / .....ตัว,  
แหล่งที่มา..... ราคา.....บาทต่อกก.

### ไก่รุ่น

อาหารที่ให้  ข้าว  ข้าวโพด  ข้าวฟ่าง  อื่น ๆ ระบุ.....  
ความถี่ .....ครั้ง / .....วัน, ปริมาณ .....ลิตร / .....ตัว,  
แหล่งที่มา..... ราคา.....บาทต่อกก.

### ไก่ใหญ่

อาหารที่ให้  ข้าว  ข้าวโพด  ข้าวฟ่าง  อื่น ๆ ระบุ.....  
ความถี่ .....ครั้ง / .....วัน, ปริมาณ .....ลิตร / .....ตัว,  
แหล่งที่มา..... ราคา.....บาทต่อกก.

## การจัดการวัคซีน

### ไก่เล็ก

**ครั้งที่ ๑**

เมื่อไก่อายุ .....วัน

วัคซีน  นิวคาสเซิล  ฝีดาษ  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

วิธีการ  หยอดจุมูก  หยอดตา  ทางปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ,

ปริมาณ .....หยด, ซีซี /ตัว, แหล่งที่ซื้อ..... ราคา.....บาท/.....ซีซี

**ครั้งที่ ๒**

เมื่อไก่อายุ .....วัน

วัคซีน  นิวคาสเซิล  ฝีดาษ  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

วิธีการ  หยอดจุมูก  หยอดตา  ทางปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ,

ปริมาณ .....หยด, ซีซี /ตัว, แหล่งที่ซื้อ..... ราคา.....บาท/.....ซีซี

**ครั้งที่ ๓**

เมื่อไก่อายุ .....วัน

วัคซีน  นิวคาสเซิล  ฝีดาษ  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

วิธีการ  หยอดจุมูก  หยอดตา  ทางปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ,

ปริมาณ .....หยด, ซีซี /ตัว, แหล่งที่ซื้อ..... ราคา.....บาท/.....ซีซี

**ครั้งที่ ๔**

เมื่อไก่อายุ .....วัน

วัคซีน  นิวคาสเซิล  ฝีดาษ  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

วิธีการ  หยอดจุมูก  หยอดตา  ทางปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ,

ปริมาณ .....หยด, ซีซี /ตัว, แหล่งที่ซื้อ..... ราคา.....บาท/.....ซีซี

**ครั้งที่ ๕**

เมื่อไก่อายุ .....วัน

วัคซีน  นิวคาสเซิล  ฝีดาษ  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

วิธีการ  หยอดจุมูก  หยอดตา  ทางปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ,

ปริมาณ .....หยด, ซีซี /ตัว, แหล่งที่ซื้อ..... ราคา.....บาท/.....ซีซี

## ไก่รุ่น

**ครั้งที่ ๑** เมื่อไก่อายุ .....วัน

**วัคซีน**  นิวคาสเซิล  ไข้ดาง  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

**วิธีการ**  หยอดจุมูก  หยอดตา  แทะปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ,

**ปริมาณ** .....หยด, ซีซี /ตัว, **แหล่งที่ซื้อ**..... ราคา.....บาท/.....ซีซี

**ครั้งที่ ๒** เมื่อไก่อายุ .....วัน

**วัคซีน**  นิวคาสเซิล  ไข้ดาง  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

**วิธีการ**  หยอดจุมูก  หยอดตา  แทะปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ,

**ปริมาณ** .....หยด, ซีซี /ตัว, **แหล่งที่ซื้อ**..... ราคา.....บาท/.....ซีซี

## ไก่ใหญ่

**วัคซีน**  นิวคาสเซิล  ไข้ดาง  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

**วิธีการ**  หยอดจุมูก  หยอดตา  แทะปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ, **แหล่งที่ซื้อ**.....

**ความถี่** ทุก ๆ .....เดือน, **ปริมาณ** .....หยด, ซีซี /ตัว, ราคา.....บาท/.....ซีซี

**วัคซีน**  นิวคาสเซิล  ไข้ดาง  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

**วิธีการ**  หยอดจุมูก  หยอดตา  แทะปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ, **แหล่งที่ซื้อ**.....

**ความถี่** ทุก ๆ .....เดือน, **ปริมาณ** .....หยด, ซีซี /ตัว, ราคา.....บาท/.....ซีซี

**วัคซีน**  นิวคาสเซิล  ไข้ดาง  อหิวาต์ .  หลอดลมอักเสบ .  อื่น ๆ ระบุ.....

**วิธีการ**  หยอดจุมูก  หยอดตา  แทะปีก .  ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ, **แหล่งที่ซื้อ**.....

**ความถี่** ทุก ๆ .....เดือน, **ปริมาณ** .....หยด, ซีซี /ตัว, ราคา.....บาท/.....ซีซี

## การจัดการโรงเรียนไก่

ขนาดโรงเรียน.....X.....เมตร

วัสดุที่ใช้  ไม้ไผ่  ไม้  ปูน แหล่งวัสดุ.....

จำนวนไก่ ที่อาศัยอยู่ในโรงเรียน รวม.....ตัว

(เป็นไก่เล็ก.....ตัว, ไก่รุ่น.....ตัว, ไก่ใหญ่.....ตัว)

การจัดที่นอนไก่ในเล้า  ปล่อยตามธรรมชาติ  มีการจัดที่นอนให้ (ถ้าจัดให้

จัดอย่างไร.....)

เพื่อ.....)

กรณีปล่อยตามธรรมชาติ ไก่นอนอย่างไร (ถ้าตัวผู้, เมีย ต่างกันอธิบายด้วย)

ไก่เล็ก.....

ไก่รุ่น.....

ไก่ใหญ่.....

การทำความสะอาด  ทำ ความถี่.....ครั้ง ต่อ .....เดือน...

ทำเมื่อเปลี่ยนโครงสร้าง

## การจัดการฝูงไก่

### จัดการจำนวน

การจัดการจำนวนไก่อุ่นต่าง ๆ  ไก่เล็ก  ไก่รุ่น  ไก่ใหญ่

ไก่เล็ก (ถ้าเลือก ไก่เล็ก) รักษาจำนวนไว้ที่.....ตัว เพื่อ.....

ไก่รุ่น (ถ้าเลือก) รักษาจำนวนไว้ที่.....ตัว เพื่อ.....

ไก่ใหญ่ (ถ้าเลือก) รักษาจำนวนไว้ที่.....ตัว เพื่อ.....

การจัดการจำนวนไก่ใหญ่ (พ่อแม่)  พ่อไก่  แม่ไก่  สัดส่วนตัวพ่อตัวแม่

ตัวผู้ (ถ้าเลือก พ่อไก่) รักษาจำนวนไว้ที่.....ตัว เพื่อ.....

ตัวเมีย (ถ้าเลือก แม่ไก่) รักษาจำนวนไว้ที่.....ตัว เพื่อ.....

สัดส่วนตัวผู้ต่อตัวเมีย ตัวพ่อ.๑.ตัวต่อแม่..... ตัว เพื่อ.....

### จัดการโครงสร้าง

การแยกลูกไก่ออกจากแม่  แยก  ไม่แยก แยกเมื่อลูกไก่อายุ.....สัปดาห์  
เพื่อ  แม่ผสมพันธุ์อีกครั้ง  ลูกไก่หากินเองได้แล้ว

การจับคู่ผสม  มีการจับคู่ผสม  ไม่มีการจับคู่ผสม

เพื่อ  เพิ่มจำนวน  ปรับปรุงพันธุ์

การแยกเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ระบุ.....

### การเก็บไข่และไข่

เก็บไข่                       ไม่เก็บไข่                      (ถ้าเก็บ เพื่อ  ขาย  กิน )

การเลือก รุ่น  เก็บเฉพาะไข่วันแรก  เก็บทุกรุ่น เนื่องจาก.....

ลักษณะ  เลือก  ไม่เลือก (ลักษณะที่เลือก.....เพราะ.....)

เก็บไข่                       ไม่เก็บไข่                      (ถ้าเก็บ เพื่อ  ขาย  กิน )

การเลือก รุ่น รุ่นที่เก็บ..... เนื่องจาก.....

ลักษณะ  เลือก  ไม่เลือก (ลักษณะที่เลือก.....

เพราะ.....)

เพศ  ผู้ เมีย (เพศที่เลือก.....

เพราะ.....)

ราคาเพศผู้ขาย .....บาทต่อกก.

ราคาเพศเมียขาย .....บาทต่อกก.