

Summary. Influence abioychnyh factors (temperature, humidity, concentration of harmful gases) and biotic effect microflora, ecto- and ecdoparasite resistance in natural and productive performance of pigs suffering from sarcoptic mange. Shown that factors that tend to occurrence of the disease is a violation of sanitary norms pig, process and temperature stress, weakness and hypoxia.

Keywords: swine, biotic and abiotic factors, stress, natural resistance, productivity, sarcoptic mange, microflora

УДК 619 : 614.94 : 636.598 : 57.045

## СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ РИТМІЧНОСТІ РОСТУ ПТИЦІ

Куш Л.Л., к.с.-г.н., ст. викладач  
Чорний М.В., д.вет.н., професор  
Гетманець О.М., к.ф.-м.н., доцент

Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків

**Анотація.** Представлений спосіб оцінки ритмічності росту птиці за використання регресійного аналізу часового ряду добових приростів маси тіла. Запропонований спосіб дає можливість виявляти ритмічний характер росту, передбачати у певні терміни часу його параметри, тривалість періодів і амплітуду його коливань, а також їх складові циклічні компоненти.

**Ключові слова:** птиця, гуси, жива маса, добові прирости, ритмічність росту, часовий ряд, регресійний аналіз.

**Актуальність проблеми.** Дослідження розвитку і росту тварин є однією з фундаментальних задач біології. Основу дослідженням закономірностей процесів росту сільськогосподарських тварин закладено класичними роботами Н.П. Чирвінського, який вперше експериментально дослідив питання регулювання процесів вирощування тварин відповідно до умов середовища. Вивченню закономірностей росту і розвитку свійських тварин присвячені роботи А.А. Малігонова, Федорова В.И., Сипачова С.Г., Свечина К.Б., Новікова Е.А. [5, 8, 9, 12].

Загальною закономірністю росту, як і інших біологічних процесів, є ритмічність – періодичні зміни його характеру і інтенсивності, що забезпечує здатність організму до адаптації в умовах зовнішнього середовища, які циклічно змінюються [2, 8, 12, 13, 14]. Ритм є формою часової організації, одним з основних показників стану як організму в цілому, так і його окремих органів і систем [3].

Для вивчення динаміки росту використовують класичні моделі Гомпертца, Берталанфі, Річардса, Нелдера, Броді, Міхаеліса-Ментена, Вейбула, експоненціальну, а також гіперболічну [10], які були розроблені з метою кількісного описання ростових процесів біологічних об'єктів.

Спосіб вивчення інтенсивності росту тварин шляхом визначення живої маси дуже відомий [1, 4]. Він широко застосовується у тваринництві для оцінки росту, дослідження впливу на організм різноманітних біотичних і абіотичних факторів. За його використання визначається початкова і кінцева маса тіла, а віднімаючи від кінцевих даних початкові, встановлюється величина приросту за певний проміжок часу. Таким чином, визначається показник всього приросту або середні показники (середньодобові, середньомісячні), які не дають детальної характеристики процесу росту організму.

Найбільш близьким рішенням даної задачі є метод визначення інтенсивності росту птиці [7], за якого отримані дані добових приростів живої маси двічі обробляють методом вирівнювання рядів варіаційної статистики, а саме способом ковзної середньої [11]. Побудований на основі одержаних даних графік росту живої маси тварини візуально показує ритмічний характер росту, який має вигляд хвилястої кривої з певною довжиною періоду і амплітудою коливань. Але даний спосіб не дає можливості виявити загальну тенденцію розвитку процесу росту і встановити складові компоненти такої кривої, а також фактори, які впливають на її формування.

**Завданням дослідження** було удосконалення методу оцінки інтенсивності росту тварин для виявлення факторів, що впливають на формування кривої ритмічності росту.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження виконані протягом 45 діб на гусятах великої сірої породи віком від 5 до 50 діб, яких утримували згідно норм ВНТП-АПК-05.05. У процесі експерименту здійснювали дослідження мікроклімату, основні параметри якого відповідали

## Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини

нормативним показникам. Гусята були клінічно здорові, отримували стандартний повнораціонний комбікорм згідно ДСТУ 4120-2002, мали вільний доступ до води, користувалися пасовищем.

Визначення живої маси кожного із 5 гусенят виконували вранці у період з 9<sup>00</sup> до 10<sup>00</sup> до початку годівлі. На початку дослідження середня жива маса гусенят дорівнювала 176,5±2,08 г, у кінці – 3514,2±148,83 г.

Для визначення ритмічності росту дані добових приростів живої маси гусенят двічі обробляли методом вирівнювання рядів варіаційної статистики, а саме способом ковзної середньої, а потім одержані дані обробляли шляхом аналізу часових рядів.

**Результати дослідження.** Для здійснення способу оцінки інтенсивності росту тварин спочатку дослідження визначали добові прирости маси тіла, а отримані значення варіаційного ряду добових приростів вставляли у рівняння:

$$\check{y}_i = (y_{i-2} + y_{i-1} + y_i + y_{i+1} + y_{i+2}) : 5, \quad (1)$$

$$(\check{y})\check{y}_i = (\check{y}_{i-2} + \check{y}_{i-1} + \check{y}_i + \check{y}_{i+1} + \check{y}_{i+2}) : 5 \quad (2)$$

де:

$\check{y}_i$  - значення точки ковзної;

$(\check{y})\check{y}_i$  - значення точки подвійної ковзної;

$y_i$  - значення ряду, що досліджується;

$y_{i-2}$  - значення ряду друге ліворуч;

$y_{i-1}$  - значення ряду перше ліворуч;

$y_{i+1}$  - значення ряду перше праворуч;

$y_{i+2}$  - значення ряду друге праворуч.

Для того, щоб не втратити вісім точок ряду (по чотири з кожної сторони за дві перших і дві останніх доби спостереження), до яких не можна використати формулу (1) і (2), їх знаходили за рівняннями 3 і 4:

$$\check{y}_1 = (7y_1 + 5y_2 - y_3 - y_4) : 10; \quad (3)$$

$$\check{y}_2 = (3y_1 + 5y_2 + y_3 + y_4) : 10. \quad (4)$$

Отримані значення подвійної ковзної утворюють часовий ряд, а окремі його значення мають назву рівні часового ряду.

Дані добових приростів живої маси гусенят, які утворювали варіаційний ряд, а також їх значення, які були оброблені способом ковзної середньої, представлені у табл. 1.

Таблиця 1.

Показники росту гусят великої сірої породи

Доба спостереження	Добові прирости, значення варіаційного ряду, $y_i$	Значення середньої ковзної, $\check{y}_i$	Значення подвійної середньої ковзної, рівні ряду, $(\check{y})\check{y}_i$
1.	45,5	43,5	42,8
2.	44,0	46,0	46,8
3.	62,7	51,8	52,8
4.	41,0	55,2	58,1
5.	66,0	67,5	64,9
6.	62,1	70,1	69,5
7.	105,5	80,1	73,1
8.	75,9	74,5	74,7
9.	90,8	73,1	75,1
10.	38,3	75,7	75,3
11.	55,0	72,3	80,4
12.	118,4	81,0	84,8
13.	59,1	100,0	87,1
14.	134,2	95,0	91,5
15.	133,3	87,3	93,6
16.	30,0	94,3	91,8
17.	80,0	91,3	90,8
18.	94,2	91,0	92,9
19.	119,2	90,0	92,9
20.	131,6	97,7	92,9
21.	25,0	94,7	90,2
22.	118,4	92,5	91,3
23.	79,1	76,3	86,0

Доба спостереження	Добові прирости, значення варіаційного ряду, $u_i$	Значення середньої ковзної, $\bar{y}_i$	Значення подвійної середньої ковзної, $\bar{Y}_i$
24.	108,4	95,5	78,4
25.	50,8	71,0	74,7
26.	120,8	56,5	72,8
27.	-4,1	74,2	71,2
28.	6,7	66,8	76,0
29.	196,7	87,7	89,0
30.	14,1	94,7	93,4
31.	225,0	122,8	101,2
32.	30,9	94,8	98,9
33.	147,5	105,9	94,9
34.	56,6	76,3	82,8
35.	69,7	74,7	75,3
36.	77,0	65,2	66,7
37.	22,5	54,2	63,1
38.	100,0	62,8	62,3
39.	1,7	58,8	61,1
40.	140,0	70,5	61,8
41.	30,0	59,3	56,4
42.	80,8	57,8	54,1
43.	44,2	35,5	45,3
44.	-5,9	47,4	41,2
45.	28,4	26,5	41,5

Як відомо [6], у загальному випадку під час аналізу часового ряду виділяють чотири складові: тренд і три циклічні компоненти. Причому, як тренд, так і циклічні компоненти є закономірними, не випадковими. Тренд – компонента, яка описує чистий вплив довготривалих факторів, тривалу тенденцію зміни величини, що досліджується. Циклічні компоненти відображають повторюваність процесів, що досліджують протягом різних проміжків часу.

Таким чином, добовий приріст  $D_t$  представляємо у вигляді часового ряду:

$$D_t = U_t + C_{t1} + C_{t2} + C_{t3}, \quad (5)$$

де:  $U_t$  – тренд;  $C_{t1}$  – перша циклічна компонента;  $C_{t2}$  – друга циклічна компонента;  $C_{t3}$  – третя циклічна компонента. На основі отриманих даних будемо графік складових часового ряду добових приростів живої маси, який дозволяє віалізувати вклад окремих компонент у криву ритмічності росту.

У якості тренда обираємо рівняння лінійної регресії, пряма якої проведена через точки кореляційного поля за методом найменших квадратів. Це рівняння має наступний вигляд:

$$U_t = At, \quad (6)$$

де час  $t$  вимірюється у добах.

На другому етапі відшукуємо першу циклічну компоненту у загальному вигляді:

$$C_{t1} = a_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}t + b_1\right), \quad (7)$$

де  $a_1$  – амплітуда циклічного фактора;  $T_1$  – його період;  $b_1$  – початкова фаза. Для знаходження параметрів першої циклічної компоненти спочатку віднімаємо від даних рівнів часового ряду відповідні значення, що були отримані на підставі рівняння (6), а потім застосовуємо метод найменших квадратів.

Другу циклічну компоненту відшукуємо у вигляді:

$$C_{t2} = a_2 \sin\left(\frac{2\pi}{T_2}t + b_2\right) \quad (8)$$

Вплив третьої циклічної компоненти  $E_t$  оцінюємо на базі тесту Дарбіна-Уотсона на

відсутність кореляційного зв'язку між сусідніми помилками, що залишилися:

$$C_{t3} = a_3 \sin\left(\frac{2\pi t}{T_3} + b_3\right) \quad (9)$$

Рішення поставленої задачі представлено у наступному вигляді:

1. Показники добових приростів живої маси обробляємо способом ковзної середньої за допомогою рівняння (1):

$$\check{y}_3 = (45,5 + 44,0 + 62,7 + 41,0 + 66,0) : 5 = 51,8;$$

$$\check{y}_4 = (44,0 + 62,7 + 41,0 + 66,0 + 62,1) = 55,2;$$

$$\check{y}_5 = (62,7 + 41,0 + 66,0 + 62,1 + 105,5) = 67,5; \text{ і т.д. (табл. 1).}$$

2. Отримані дані повторно обробляємо способом ковзної середньої за допомогою рівняння (2):

$$(y)\check{y}_5 = (43,5 + 46,0 + 51,8 + 55,2 + 67,5) : 5 = 52,8;$$

$$(y)\check{y}_6 = (46,0 + 51,8 + 55,2 + 67,5 + 70,1) : 5 = 58,1;$$

$$(y)\check{y}_7 = (51,8 + 55,2 + 67,5 + 70,1 + 80,1) = 74,7; \text{ і т.д. (табл. 1).}$$

3. Підставляємо у формули (3, 4) значення добових приростів, відповідно, за 1, 2 добу:

$$\check{y}_1 = (7 \times 45,5 + 5 \times 44,0 - 62,7 - 41,0) : 10 = 43,5;$$

$$\check{y}_2 = (3 \times 45,5 + 5 \times 44,0 + 62,7 + 41,0) : 10 = 46,0.$$

Аналогічно визначаємо значення за 44, 45 добу і значення  $(y)\check{y}_1$  і  $(y)\check{y}_2$ .

4. Для візуалізації особливостей процесу росту на основі отриманих показників добових приростів після повторної обробки методом ковзної середньої будуємо графік ритмічності росту живої маси тварин, який має вигляд хвилястої кривої з певним періодом повторюваності (рис. 1).

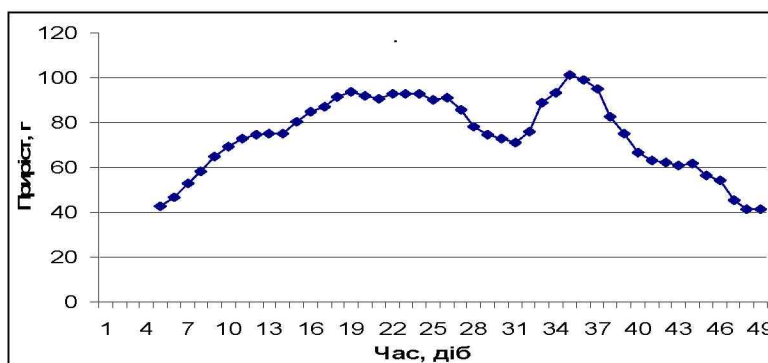


Рис. 1. Графік ритмічності росту живої маси гусенят 5-45-добового віку.

5. За допомогою метода найменших квадратів із даних отриманого часового ряду створюємо рівняння лінійної регресії, яке описує тренд:

$$U_t = -0,634t + 88,192$$

В даному випадку його від'ємний знак означає, що величина добових приростів з часом зменшується.

6. Параметри першої циклічної компоненти знаходимо шляхом віднімання від даних рівнів часового ряду відповідних значень, що були отримані на підставі рівняння (6), а потім застосовуємо метод найменших квадратів. Значення циклічної компоненти склали:  $a_1 = 8,18$  г;  $T_1 = 18,2$  діб;  $b_1 = -2,6$  радіан. Тобто, амплітуда коливань кривої циклічної компоненти складає 8,18 г, а довжина періоду складає 18,2 доби.

7. Відповідно до рівняння (8) знаходимо значення другої циклічної компоненти:  $a_2 = 19,15$  г;  $T_2 = 49,0$  діб;  $b_2 = -1,3$  радіан. Тобто, амплітуда коливань другої компоненти дорівнює 19,15 г, а довжина періоду – 49,0 доби.

8. Вплив третьої циклічної компоненти оцінюємо на базі тесту Дарбіна-Уотсона на відсутність кореляційного зв'язку між сусідніми помилками, що залишилися. Для зробленої кількості

вимірів ( $n = 45$ ) з найнижчим рівнем достовірності  $\alpha = 95\%$  пороговими значеннями параметра Дарбіна-Уотсона  $d_n = 1,48$  і  $d_g = 1,57$ . Одержане значення  $d = 0,50$  свідчить про те, що існує позитивний кореляційний зв'язок між сусідніми помилками – вони не є випадковими. Тому, в даному випадку, виділяємо вплив третього циклічного фактора – коротко дійного:

$$C_{t1} = a_3 \sin\left(\frac{2\pi t}{T_3} + b_3\right) \quad (10)$$

Його амплітуда, період та початкова фаза розраховуємо на підставі методики, що була описана вище. Отримуємо наступні дані:  $a_3 = 4,53$  г;  $T_3 = 10,0$  діб;  $b_3 = -2,9$  радіан. Порівнявши його з двома наступними, бачимо, що амплітуда його впливу є найнижчою (4,53 г), а період – самим коротким (10,0 діб). Слід відмітити, що початкова фаза для усіх трьох циклічних параметрів є від'ємною, тобто вони впливали на тварин ще до початку досліджень.

Тепер, оцінюючи параметр Дарбіна-Уотсона для помилок, що залишилися, маємо значення  $d = 1,50$ . Тобто  $d_n < d < d_g$ . Таким чином, можна вважати, що між цими помилками автокореляції немає. Значення коефіцієнта детермінованості тепер становить  $R^2 = 0,90$ , що свідчить про якість отриманого часового ряду.

Результат: формула, що описує криву ритмічності росту, має наступний вигляд:

$$D_t = 88,192 - 0,634t + 19,15 \sin\left(\frac{2\pi t}{49} - 1,3\right) + 8,18 \sin\left(\frac{2\pi t}{18,2} - 2,36\right) + 4,53 \sin\left(\frac{2\pi t}{10} - 2,9\right) \quad (11)$$

Графік кривої ритмічності росту гусенят з представленням основної кривої росту, а також компонент, які впливають на його формування – тренду і трьох компонент, представлений на рис. 2.

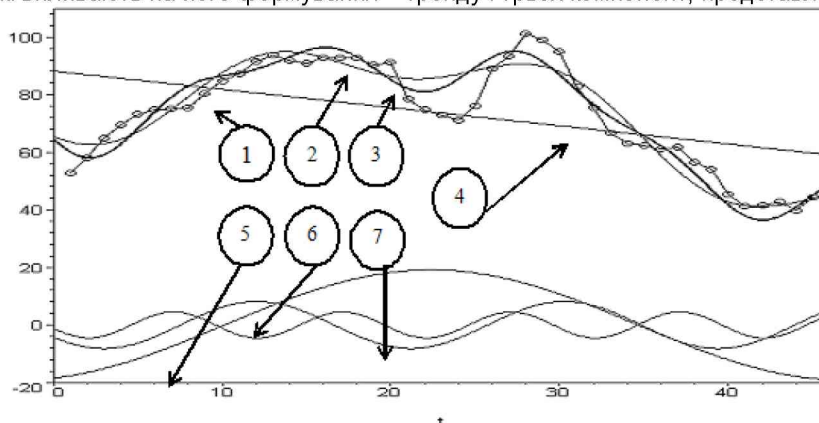


Рис. 2. Графік ритмічності росту живої маси гусенят 5-50-добового віку за результатами аналізу часових рядів. Позначення: 1 – експериментальні дані; 2 – внесок 3-х компонент часового ряду; 3 – внесок 4-х компонент часового ряду; 4 – тренд; 5 – внесок першої циклічної компоненти; 6 – внесок другої циклічної компоненти; 7 – внесок третьої циклічної компоненти.

#### Висновки

Таким чином, запропонований метод визначення ритмічності росту птиці дозволяє:

1. виявляти ритмічний характер росту птиці;
2. виявляти тривалість періодів і амплітуду коливань росту;
3. виявляти складові циклічні компоненти, їх характеристики, які впливають на формування кривої ритмічності росту;
4. передбачати у певні терміни часу параметри росту: довжину і амплітуду коливань, вплив факторів зовнішнього і внутрішнього середовищ.

#### Література

1. Кочеткова В. В. Вплив «Гумосвіту» на динаміку показників білкового обміну та енергії росту у бугайців / В. В. Кочеткова, В. О. Головка, К. Д. Югай, В. Л. Ареф'єв // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної

- академії. – Харків, 2009. – Вип. 20, ч. 2, т. 2. – С. 188–194.
2. Комаров Ф. И. Хрономедицина – новое направление в медико-биологической науке и практике / Ф. И. Комаров, Ю. А. Романов, Н. И. Моисеева // Хронобиология и хрономедицина – М. : Медицина, 1989. – С. 5–16.
  3. Мартынюк В. С. Магнитные поля крайне низкой частоты как фактор модуляции и синхронизации инфраниантных биоритмов у животных / В. С. Мартынюк, Н. А. Темурьянц // Геофизические процессы и биосфера. – 2009. – Т. 8, № 1. – С. 36–50.
  4. Меркулова І. В. Вплив пробіотику «протекто-актив» на живу масу, прирости, збереженість перепілок м'ясної породи фараон / І. В. Меркулова // Птахівництво : Міжвід. темат. зб. : Бірки, 2009. – Вип. 64. – С. 42–48.
  5. Новиков Е. А. Закономерности развития сельскохозяйственных животных / Е. А. Новиков. – Москва : Колос, 1971. – 224 с.
  6. Отнес Р. Л. Прикладной анализ временных рядов / Р. Л. Отнес, Л. Эноксон. – М. : Мир, 1982. – 482 с.
  7. Пат. 50451 Україна, МПК А01К29/00. Спосіб визначення інтенсивності росту птиці / Куц М.М. та ін.; заявник і патентовласник Харківська державна зооветеринарна академія. – № u200912875; заявл. 11.12.2010; опубл. 10.06.2010, Бюл. № 11.
  8. Свечин К. Б. Индивидуальное развитие животных / К. Б. Свечин. – Киев : Урожай, 1976. – 288 с.
  9. Сипачев С. Г. Ритмичность роста животных / С. Г. Сипачев // Тюмень : Изд-во Тюменского с.-х. ин-та, 1970. – 351 с.
  10. Ткачук С. А. Порівняльний аналіз ростових моделей з метою описання динаміки маси тіла курчат-бройлерів / С. А. Ткачук // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. – Харків, 2009. – Вип. 20, ч. 2, т. 1. – С. 40–49.
  11. Урбах В. Ю. Выравнивание рядов / В. Ю. Урбах // Биометрические методы. – Москва : Наука, 1964. – С. 323–344.
  12. Федоров В. И. Рост, развитие и продуктивность животных / В. И. Федоров. – М. : Колос, 1973. – 272 с.
  13. Халберг Ф. Временная координация физиологических функций / Ф. Халберг // Биологические часы. – М., 1964. – С. 475–509.
  14. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь / А. Л. Чижевский. – М. : Мысль. – 1973. – 349 с.

#### СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИТМИЧНОСТИ РОСТА ПТИЦЫ

Куц Л.Л., Гетманец О.М., Чёрный Н.В.

Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков

Аннотация. Представлен способ оценки ритмичности роста птицы путём использования регрессионного анализа временного ряда суточных приростов массы тела. Предложенный способ позволяет выявлять ритмический характер роста, предусматривать в определенные периоды времени его параметры, длительность периодов и амплитуду его колебаний, а также их составные циклические компоненты.

Ключевые слова: птица, гуси, живая масса, суточные приросты, ритмичность роста, временной ряд, регрессионный анализ.

#### METHOD FOR DETERMINING THE RHYTHM GROWTH POULTRY

Kushch L.L., Getmanez O.M., Chorny N.V.

Kharkiv State Zooveterinary Academy, Kharkiv

Summary. Rhythm method of estimating growth birds by using regression analysis of time series of daily weight gain is presented. The proposed method can detect the rhythmic pattern of growth, provide for certain periods of its parameters, the duration of the period and amplitude of oscillation as well as their component cyclic components.

Key words: bird, geese, live weight, daily gain, rhythm of growth, temporal row, regression analysis.