

УДК: 636.598: 575

## ІНФОРМАЦІЙНО-СТАТИСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ БІОСИСТЕМИ ЯКІСНИХ ОЗНАК ГУСЕЙ

Хвостик В. П.

Інститут птахівництва УААН

**Резюме.** З використанням ентропійного аналізу визначено інформаційно-статистичні параметри системи, представленої частотою алелей поліморфного локусу овомукоїду яєчного білку, в гусей різного генетичного походження. Визначений мінімальний рівень безумовної ентропії частоти алелей у гусей великої сірої породи відповідає найнижчому рівню гетерозиготності у цієї птиці. Встановлено високий корелятивний зв'язок між безумовною ентропією та рівнем гетерозиготності ( $r=0,700$ ) у досліджених груп гусей.

**Ключові слова:** ентропійний аналіз, безумовна ентропія, гуси, локус овомукоїду, частота алелей, рівень гетерозиготності.

**Summary.** It has been determined information-statistic parameters of the system, introduced by the frequency of alleles of the polymorphic locus of the egg white ovomucoid, in geese of different genetic origin using the entropic analyze. The minimal determined level of absolute entropy of the frequency of alleles in Big Grey geese corresponds to the lowest level of heterozygosis in these birds. It has been established the correlation relation between the absolute entropy and the level of heterozygosis ( $r=0,700$ ) in investigated groups of geese.

**Key words:** entropic analyze, absolute entropy, ovomucoid locus, frequency of alleles, level of heterozygosis.

**Вступ.** Системний підхід селекціонера повинен включати повний аналіз зміни ентропійних властивостей біологічних систем будь-якої складності, так як вони уміщують у собі певну кількість інформації, характерної саме для окремо взятої конкретної популяції. В межах цих популяцій системи є замкнутими, а для таких систем ентропія ознак зростає або залишається на одному і тому ж рівні [6].

Ентропія (від греч. Ἐντροπία – поворот, перетворення) – поняття, вперше уведене в термодинаміці для визначення міри незворотного розсіювання енергії. Поняття ентропії тісно пов'язане з різними сферами в природі, науці, техніці, суспільстві, і є мірою безладу, ступінню хаосу [2].

Селекційний процес, що проводиться людиною, є керованим. Внаслідок цього ентропійні властивості біологічних систем змінюються не так, як при умові панміксії. В процесі своєї діяльності селекціонер намагається спрямувати підконтрольний йому процес від повної ентропії до найвищої інформативності, що сприятиме певному рівню упорядкованості системи й зменшенню її хаотичного становища [4].

Метою роботи було визначення інформаційно-статистичних параметрів системи, представлені частотою алелей високополіморфного локусу овомукоїду яєчного білку, в гусей різного генетичного походження.

**Матеріал і методи досліджень.** Об'єктом досліджень слугували гуси великої сірої породи, рейнської білої породи, великої білої популяції, гібриди першого покоління (далі  $F_1$ ), отримані за міжпородного схрещування самців рейнської породи із самками великої сірої породи. Птиця утримується в Державному племінному птахівничому підприємстві „Роздольне” Харківської області. Дослідженнями, проведеними нами раніше на цій птиці, визначено частоту алелей сильнополіморфного локусу овомукоїду яєчного білку та рівень гетерозиготності. Для визначення генетичної структури гусей за оворотейновими локусами яєчного білку було досліджено по 80 яєць кожної групи.

Величину внутрішньопопуляційної безумовної ентропії частот алелей А, В, С локусу овомукоїду визначали за формулою [3]:

$$H = \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i , \quad (1)$$

де  $H$  – ентропія конкретного стану системи,  
 $m$  – кількість алелей локусу овомукоїду,  
 $p_i$  – частота алелей  $i$ -го локусу овомукоїду.

Максимально можливу, теоретично визначаємо ентропію для даного стану системи розраховували за формулою [3]:

$$H_{\max} = \ln N , \quad (2)$$

де  $H_{\max}$  – міра складності або максимальна невизначеність системи,  
 $N$  – максимальне число становищ системи ознаки.

Оцінку рівня абсолютної організації системи ( $O$ ) визначали за формулою [3]:

$$O = H_{\max} - H , \quad (3)$$

Організованість або упорядкованість системи визначалася ступінню її відхилення від максимально неупорядкованого стану системи ознаки, що знаходиться у термодинамічній рівновазі, й розраховували за формулою [3]:

$$R = 1 - \frac{H}{H_{\max}} , \quad (4)$$

де  $H$  – ентропія даної системи.

Величину зв'язку між показниками безумовної ентропії та рівнем гетерозиготності розраховували з використанням кореляційного аналізу [5].

**Результати досліджень.** В результаті проведення електрофоретичних досліджень протеїнів яєчного білку гусячих яєць було визначено частоту трьох алелей поліморфного локусу овомукоїду в гусей великої сірої породи, рейнської білої породи, великої білої популяції (птицю обстежено у 2008 та 2009 роках) та гібридів першого покоління, отриманих за міжпородного схрещування рейнських і великих сірих. Оскільки локуси овоальбуміну, трансферину та овомакроглобуліну виявилися мономорфними за алелем А, то окрему величину безумовної ентропії розраховували тільки для алелей поліморфного локусу овомукоїду і додавали їх значення для обчислення сумарної безумовної ентропії цього локусу, що представляє собою елементарну генетичну систему.

Для визначення рівня складності та відносної організації системи, представленої частотою алелей локусу овомукоїду яєчного білку, проведено розрахунок інформаційно-статистичних параметрів, наведених у таблиці 1.

**Таблиця 1.** Інформаційно-статистичні параметри системи, представленої частотою алелей протеїнового локусу овомукоїду яєчного білку гусей

Параметри системи	Рік дослідження						
	2008			2009			
	Група гусей						
	Велика сіра	Рейнська	Велика біла	Велика сіра	Рейнська	Велика біла	Гібрид F <sub>1</sub>
H <sub>max</sub>	1,7918	1,7918	1,7918	1,7918	1,7918	1,7918	1,7918
H	0,5907	0,6869	0,7849	0,6350	0,6893	0,7665	0,7172
O	1,2011	1,1049	1,0069	1,1568	1,1025	1,0253	1,0746
R	0,6703	0,6166	0,5619	0,6456	0,6153	0,5722	0,5997
He, %	7,19	12,19	10,31	9,38	11,56	12,50	11,56

Рівень складності системи становив для гусей усіх досліджених груп H<sub>max</sub>=1,7918 нат. Величина безумовної ентропії у обстежених груп гусей знаходилася у межах 0,5907 – 0,7849 нат. Максимальний прояв безумовної ентропії частот алелей локусу овомукоїду яєчного білку характерний для великих білих гусей, обстежених у 2008 році (H=0,7849 нат). Тоді як мінімальне значення виявлено у особин великої сірої породи, обстежених в тому ж році (H=0,5907 нат).

При порівнянні величини безумовної ентропії у гусей в динаміці років встановлено її підвищення у великих сірих – від 0,5907 нат до 0,6350 нат, незначне зменшення у великих білих – від 0,7849 нат до 0,7665 нат, в той же час у рейнських не відмічається значної зміни біосистеми.

Встановлене мінімальне значення безумовної ентропії частоти алелей протеїнового локусу яєчного білку у великих сірих гусей, обстежених у 2008

році, відповідає мінімальному рівню гетерозиготності птиці цієї генерації ( $H_e=7,19\%$ ).

При проведенні кореляційного аналізу встановлено високий зв'язок поміж рівнем гетерозиготності обстеженої птиці із показниками безумовної ентропії системи в межах  $r=0,700$ .

Абсолютна організація системи (O) перебувала в межах 1,0069 – 1,2011 нат з максимальним значенням у великих сірих гусей 2008 року обстеження. Тоді як генерація великих білих гусей того ж року обстеження відзначалася найнижчим рівнем абсолютної організації системи.

Рівень відносної організації системи (R) знаходився на рівні 0,5619 – 0,6703 з найбільшим значенням у птиці великої сірої породи, обстеженої у 2008 році ( $R=0,6703$ ). Зниження цього показнику протягом досліджених років відмічається у великих сірих і рейнських гусей, у великих білих, навпаки, підвищення рівня R.

У відповідності до класифікаційної діаграми Біра С. [1], досліджена система якісних ознак, представлена частотою алелей локусу овомукоїду яєчного білку у гусей досліджених груп, за рівнем складності та відносної організації відноситься до простої детермінованої.

**Висновки.** За результатами проведених досліджень показано можливість трактування отриманих даних з точки зору застосування математичних підходів, зокрема ентропійно-інформаційного аналізу.

Для характеристики стану біосистеми конкретних ознак доцільним передбачається застосування параметрів безумовної ентропії (H) та відносної організації системи (R).

Встановлено високий корелятивний зв'язок між показниками безумовної ентропії (H) та рівнем гетерозиготності ( $H_e$ ) у досліджених груп гусей на рівні  $r=0,700$ .

Застосування ентропійно-інформаційного аналізу в селекційній роботі надасть більшої інформативності ознакам, які підлягають поліпшенню.

### Список літератури

1. Бир С. Кибернетика и управление / Бир С. – М.: ИЛ, 1963. – 168 с.
2. Большая Советская Энциклопедия: в 30 т. Т. I / [Гл. ред. Прохоров А. М.]. – М.: Изд. «Советская Энциклопедия», 1976. – С. 203 – 205.
3. Информационно-статистический анализ менделирующих и полигенных признаков в популяциях сельскохозяйственных птиц : [методические рекомендации] / Ю. А. Рябоконт, Н. И. Сахацкий, П. И. Кутнюк, О. А. Катеринич. – Харьков, 1996. – 40 с.
4. Меркурьева Е. К. Применение энтропийного анализа и коэффициента информативности при оценке селекционных признаков в молочном скотоводстве / Е. К. Меркурьева, А. Б. Бертазин // Доклады ВАСХНИЛ. – 1989. - № 2. – С. 21 – 23.
5. Плохинский Н. А. Математические методы в биологии / Плохинский Н. А. – М.: Изд-во Московского Ун-та, 1978. – 265 с.

6. Хармут Х. Применение методов теории информации в физике / Хармут Х. – М.: Мир, 1989. – 334 с.

Подальший процес удосконалення живої природи потребує організації спрямованого впливу різних чинників – фізичних, хімічних, генетичних, мікробіологічних, тощо. У зв'язку з чим виникає потреба вивчення силу впливу і оволодіння сучасними досягненнями кібернетики, як науки про закономірності управління системами і процесами в техніці, живій природі, людському суспільстві. З багатьох розділів загальної кібернетики особливого значення набуває теорія інформації та поняття ентропії, як міри дезорганізованості будь-якої системи. Кількість інформації рівняється кількості зниклої ентропії [3].