

УДК 631.3 : 681.3

Демчук М.В., д.вет.н., професор

Козій Б.І., к.т.н., професор[©]Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій ім. С.З.Гжицького**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ВПЛИВУ
ЯКОСТІ ВОДИ ТА НАПУВАННЯ ТВАРИН
НА ЇХ ПРОДУКТИВНІСТЬ**

Пропонується математична модель для кількісної оцінки впливу факторів, які враховують якість води і системи напування тварин стада на їх продуктивність та методика такої оцінки засобами табличного процесора Excel.

Ключові слова: продуктивність тварин, вода, напування тварин, математична модель, табличний процесор.

Постановка проблеми. Продуктивність стада сільськогосподарських тварин залежить від одержаного по спадковості генетичного потенціалу, від забезпеченості кормами та їх згодовування, від створення на фермах і комплексах відповідних умов утримання, що разом гарантують благополуччя ферми відносно поширення незаразних та заразних хвороб. Слід підкреслити, що підтримання належного стану охорони здоров'я і максимально можливої тривалості належного рівня продуктивності тварин вимагає постійного забезпечення всього поголів'я доброякісною водою в достатній кількості. Крім того, якість і кількість води впливає на безпечність і якість продукції.

При інтенсивному веденні відповідної галузі тваринництва слід пам'ятати, що лише здорова, належно утримана тварина може проявити максимальну продуктивність, яка зумовлена її спадковістю. Оскільки на здоров'я тварини впливають різноманітні фактори середовища, виникає потреба створення методики врахування сумарного ефекту такого впливу.

Аналіз останніх досліджень. В запропонованій раніше [1] математичній моделі, за допомогою якої можна оцінити вплив різноманітних факторів на продуктивність тварин, вважається, що фактична продуктивність тварини P_{ϕ} може бути обчислена за формулою:

$$P_{\phi} = P_z * \kappa_{zn}, \quad (1)$$

де, P_z - максимальна продуктивність тварини, що відповідає її генетичному потенціалу; κ_{zn} - коефіцієнт зниження генетично обумовленої продуктивності внаслідок наявних умов утримання тварини.

В загальному випадку значення цього коефіцієнта може коливатися в межах:

$$0 < \kappa_{zn} \leq 1$$

і залежить від багатьох факторів, які можна об'єднати у такі групи:

- дотримання екологічних, зоогігієнічних і ветеринарно-санітарних вимог до території, підприємства, ферми;
- ґрунти, рослини, якість кормів;
- дотримання технології і системи утримання тварин;
- стан будівель, внутрішнього обладнання, механізмів
- годівля, збалансованість раціонів;
- якість води та напування тварин;
- відповідність вибраного варіанту технології і використовуваних машин і механізмів завданням виробництва;
- мікроклімат та біоценоз тваринницького приміщення;
- кадри, їх кваліфікація, дотримання вимог добробуту тварин;
- захворюваність тварин стада.

Кожна з цих груп факторів може бути оцінена в межах 5-ти бальної шкали [1]. В свою чергу, кожна з цих груп факторів може містити ряд складових, що впливають на кінцеву її оцінку, а, отже, кількісна оцінка групи факторів повинна бути певною інтегральною величиною, яка враховує оцінки складових.

Мета статті. В даній статті зроблено спробу створення математичної моделі для оцінки впливу організації напування тварин та якості використовуваної для цього води як однієї з основних груп факторів, які впливають на продуктивність даного стада цих тварин.

Виклад основного матеріалу. Питна і технологічна вода для потреб тваринництва, м'ясо- та молокопереробних підприємств повинна відповідати вимогам Державних стандартів санітарних правил і норм (ДСан ПіН) «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання», Нормативні якості води за ГОСТ 2874-82, ДСанПіНом, стандартами США та ВООЗ наведені в [3]. Розробку міжнародних стандартів на методи контролю якості води веде Технічний комітет ISO/ТК 147 «Якість води». Найбільш інтенсивно вони розвиваються в рамках ISO 9000 і направлені на використання міжнародно визнаних методик і досягнення стабільних результатів аналізу води.

Гігієнічні вимоги, які визначають придатність води для питних потреб включають її безпеку в епідемічному відношенні, сприятливі органолептичні властивості, нешкідливість хімічного складу, радіаційну безпеку.

Отже, оцінка доброякісності води повинна ґрунтуватися на даних комплексного дослідження: санітарно-топографічного обстеження джерел води та прилягаючої території, визначення фізичних властивостей, хімічного складу, біологічних показників та радіаційної безпеки води. В кожній із груп показників вибирають найбільш потрібні. На нашу думку до таких показників (факторів) можна віднести:

1. Організація напування тварин. Система водопостачання.
2. Органолептичні показники води (запах, смак)
3. Фізичні показники води (прозорість).

4. Хімічний показник, рН.
5. Вміст у воді хлоридів.
6. Вміст у воді сульфатів.
7. Вміст у воді заліза.
8. Загальна мінералізація води.
9. Вміст у воді нітратів.
10. Мікробіологічна забрудненість води.

Отже, маємо десять факторів, які дають змогу оцінити вплив організації напування тварин та якості використовуваної для цього води на продуктивність тварин. Інтегральна оцінка IO такого впливу може коливатися, відповідно до наших припущень, в межах від 5 («відмінно») до 1 («дуже погано»), тобто:

$$1 \leq IO \leq 5 \quad (1)$$

З другої сторони, оскільки на величину такої оцінки впливають перераховані вище фактори, можна записати:

$$IO = IO_{\max} \cdot K_{\phi}, \quad (2)$$

де $IO_{\max} = 5$ – максимальне значення інтегральної оцінки впливу організації напування тварин та якості використовуваної для цього води на їх продуктивність;

K_{ϕ} – коефіцієнт зменшення IO за рахунок того, що окремі фактори (або усі фактори) не відповідають вимогам. Очевидно, що

$$0 < K_{\phi} \leq 1.$$

На даний час розроблено рекомендовані норми для кожного з цих факторів та шкали оцінки організації напування тварин та якості води в балах від значень цих факторів (від «дуже добре» - 5, до «дуже погано» - 1). Для прикладу розглянемо таку шкалу, яка розроблена для племінної ферми з вирощування кролів [3] (див. табл. 1 та табл. 2).

Таблиця 1

Шкала оцінки організації напування тварин

Якісна цінка фактора	Кількість балів	Організація напування
Відмінно	5	Постійний доступ до свіжої води за допомогою автонапувалок з підігрівом при понижених температурах.
Добре	4	Аналогічно, але вода змінюється після закінчення у відповідній ємності.
Задовільно	3	Постійний доступ до води за допомогою пристосованих напувалок. При понижених температурах вода замерзає.
Погано	2	Вода подається тваринам два рази на добу. При понижених температурах вода замерзає.
Дуже погано	1	Вода подається лише влітку при високих температурах.

В нашому випадку це десять факторів, кожний з яких може бути оцінений у «кількості позитивних балів» - $\kappa_{\text{но}}$. Ця оцінка для кожного фактора коливається в межах:

$$1 \leq \kappa_{\text{но}} \leq 5. \quad (3)$$

Таблиця 2

Шкала оцінки якості води

Показники	Одиниця виміру	Кількість балів				
		5	4	3	2	1
Органолептичні та фізичні						
Запах, прислак	-	відсутні	іноді	слабкий	виражений	сильний
Каламутність	мг/дм ³	< 0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	> 2,0
Хімічні						
Водневий п-к	од. рН	6,5-7,5	7,6-8,5	8,6-9,5	9,6-10,5	> 10,6
Хлориди	мг/дм ³	280-300	301-320	321-350	351-370	> 370
Сульфати	мг/дм ³	410-440	441-470	471-500	501-530	> 530
Залізо загальне	мг/дм ³	0-0,2	0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	> 1,0
Мінералізація	мг/дм ³	0-200	200-500	500-1000	1000-2000	> 2000
Нітрати	мг/дм ³	відсутні	0-30	30-45	46-60	> 60
Мікробіологічні						
Мікроорганізмів у 1 см ³ води	Мікробне число	0-40	41-70	71-100	101-130	> 131

Очевидно, що вплив кожного з факторів може бути більш або менш суттєвим. Тому використаємо поняття ваги кожного фактора - $v_{\phi i}$, кожний з яких буде коливатися в межах:

$$0 < v_{\phi i} < 1 \quad (i = 1, 2, \dots, 10). \quad (4)$$

Сумарна вага усіх факторів, очевидно рівна 1:

$$\sum v_{\phi i} = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, 10). \quad (5)$$

Введемо поняття «кількості негативних балів» $\kappa_{нб}$ для кожного фактора, тобто кількості балів, які негативно впливають на величину інтегральної оцінки впливу напування на продуктивність тварин. Очевидно, що:

$$\kappa_{нб} = 5 - \kappa_n. \quad (6)$$

Тоді коефіцієнт зниження інтегральної оцінки впливу напування внаслідок негативної дії недобраної кількості балів для кожного фактора з врахуванням ваги цього фактора можна обчислити за формулою:

$$K_{зпi} = 1 - \kappa_{нбi} / 5 * v_{\phi i} \quad (i = 1, 2, \dots, 10). \quad (7)$$

Результуючий коефіцієнт зниження інтегральної оцінки впливу напування $\kappa_{зп}$ дорівнюватиме добутку складових, тобто коефіцієнта зниження значення для кожного фактора:

$$K_{\phi} = K_{зп1} * K_{зп2} * K_{зп3} * K_{зп4} * K_{зп5} * K_{зп6} * K_{зп7} * K_{зп8} * K_{зп9} * K_{зп10}. \quad (8)$$

На основі запропонованої математичної моделі нами розроблено програму обчислення та аналізу впливу групи факторів, які відображають вплив якості води та системи напування тварин на їх продуктивність. Вигляд електронної таблиці з відповідними розрахунковими формулами наведено в табл. 3.

У даній таблиці в клітинах стовпчика **В** введено бальні оцінки кожного з факторів. У клітинах таблиці **Е2 – Е11** уведені значення ваги кожного фактора (вважається, що усі фактори мають однакову вагу – 0,1). У клітині **Е13** обчислюється сумарне значення ваги усіх факторів для контролю правильності

вводу, оскільки сума ваги усіх факторів повинна бути рівною 1. У клітині **F13** обчислюється шукане значення коефіцієнта K_{ϕ} зниження сумарної бальної оцінки пливу якості води та системи напування на продуктивність тварин.

Таблиця 3

Вигляд електронної таблиці для обчислення коефіцієнта впливу якості води та системи напування тварин на їх продуктивність

	A	B	C	D	E	F
1	Фактори:	Бальна оцінка (5 - 1)	Негативні бали	Коефіцієнт балів	Вагомість фактору	Коефіцієнт впливу
2	Організація напування	5	=5-B2	=C2/5	0,1	=1-D2*E2
3	Запах, смак	4	=5-B3	=C3/5	0,1	=1-D3*E3
4	Прозорість	3	=5-B4	=C4/5	0,1	=1-D4*E4
5	Водневий показник	5	=5-B5	=C5/5	0,1	=1-D5*E5
6	Хлориди	4	=5-B6	=C6/5	0,1	=1-D6*E6
7	Сульфати	4	=5-B7	=C7/5	0,1	=1-D7*E7
8	Залізо загальне	3	=5-B8	=C8/5	0,1	=1-D8*E8
9	Мінералізація	4	=5-B9	=C9/5	0,1	=1-D9*E9
10	Нітрати	4	=5-B10	=C10/5	0,1	=1-D10*E10
11	Мікробіологія	4	=5-B11	=C11/5	0,1	=1-D11*E11
12						
13					=СУММ(E2:E12)	=ПРОИЗВЕД(F2:F11)

Результати обчислення за даним алгоритмом наведені в табл. 4. Як видно з табл. 4, коефіцієнт зниження інтегральної оцінки впливу якості води та системи напування на продуктивність при заданих бальних оцінках враховуваних факторів та при заданих вагах кожного фактору рівний:

$$K_{\phi} = 0,8164.$$

Очевидно, що мова йде лише про воду з тих джерел, що відповідають усім вимогам, які зазначені у нормативних документах [2].

Таблиця 4

Результати обчислення коефіцієнта впливу якості води та системи напування тварин на їх продуктивність

	A	B	C	D	E	F
1	Фактори:	Бальна оцінка (5 - 1)	Негативні бали	Коефіцієнт балів	Вагомість фактору	Коефіцієнт впливу
2	Організація напування	5	0	0	0,1	1
3	Запах, смак	4	1	0,2	0,1	0,98
4	Прозорість	3	2	0,4	0,1	0,96
5	Водневий показник	5	0	0	0,1	1
6	Хлориди	4	1	0,2	0,1	0,98
7	Сульфати	4	1	0,2	0,1	0,98
8	Залізо загальне	3	2	0,4	0,1	0,96
9	Мінералізація	4	1	0,2	0,1	0,98
10	Нітрати	4	1	0,2	0,1	0,98
11	Мікробіологія	4	1	0,2	0,1	0,98
12						
13					1	0,8164

Отже, інтегральна оцінка IO впливу організації напування тварин та якості використовуваної для цього води на продуктивність тварин буде рівною:

$$IO = IO_{\text{макс}} \cdot K_{\text{ф}} = 5 \cdot 0,8164 = 4,08$$

Висновки. Таким чином, використовуючи запропоновану методику визначення бальної оцінки впливу організації напування тварин та якості використовуваної для цього води, можна одержати інструмент для оцінки такого впливу на продуктивність тварин.

Література

1. Козій Б.І., Демчук М.В. Математична модель оцінки впливу зовнішнього середовища на продуктивність сільськогосподарських тварин. // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького, т. 12, № 1 (43). – Львів, 2010. – с. 282-288.

2. Вороняк В.В., Демчук М.В., Козенко О.В. Методи оцінки якості води та охорона джерел водопостачання. Львів, 2006. – 118 с.

3. Сачук Р.М., Демчик М.В. Бізнес-план проекту будівництва та експлуатації племінної ферми згідно вимог ветеринарної технології вирощування кролів потужністю на 100 міні-ферм. – Рівне, 2012. – 43 с.

Summary

Demchuk M.V., Kozij B.I.

MATHEMATICAL MODEL OF VALUATION THE INFLUENCE OF WATER QUALITY AND ANIMALS WATERING ON THEIR PRODUCTIVITY

It is proposed mathematical models for of quantitative valuation of factors influence, taking into account the quality of water and animals herds drinking on their productivity and methods of such valuation by means of spreadsheet.

Key words: *animal productivity, water, animals watering, mathematic model, spreadsheet.*

Рецензент – д.е.н., професор Музика П.М.