



## Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

### Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2519–268X print  
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9108  
<http://nvlvet.com.ua/>

UDC 631.3 : 681.3

## A mathematical model for the analysis of quality level of livestock products

B. Kozij, O. Stepanjuk

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

#### Article info

Received 02.08.2018  
Received in revised form  
30.08.2018  
Accepted 31.08.2018

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-492-09-70  
E-mail: k\_itm@ukr.net

**Kozij, B., & Stepanjuk, O. (2018). A mathematical model for the analysis of quality level of livestock products. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(91), 38–41. doi: 10.32718/nvlvet9108**

Livestock products that is supplied to the consumers must meet the certain standards of quality. Quality is estimated on the size of some indexes. The proper values of these indexes of quality are provided at the products manufacture in agricultural enterprises. Livestock products of corresponding quality can be got only from healthy animals at maintenance of that the proper level of welfare is provided. As on a animals health, and, thus, on quality of products from it, the various factors of environment influence, there is a necessity of creation of methodology taking into account of total effect of such influence. A mathematical model is proposed by means of that it is possible to estimate influence of various ecological, technological, hygienical factors on quality of animals products is offered in this article. Such influence can be estimated by means of some coefficient of decline of products quality of animal in comparison maximally possible quality that takes place at comfort for an animal terms of maintenance. The groups of factors, that influence on welfare of animals, are certain, the scale of estimation of their influence is offered on the productivity of animals, the algorithm of determination of size of decline of stock quality of livestock coefficient of products and method of it realization are worked out by facilities of tabular processor. The offered methodology of determination of coefficient of quality decline of products of animals gives an opportunity to estimate influence of separate groups of factors on some index of quality, that is qualificatory for this type of products. It, in turn, allows to educe those defects in the system of retaining of animals, supervision upon them that most substantially influence on welfare of animals, and, thus, on quality of products from them. Application of the offered methodology of determination of quality coefficient of products of animals provides possibility of receipt of quantitative estimation of influence of various factors on quality of animals products, that, in turn, allows on the stage of planning, the production on the stage of designing agricultural livestock complexes to provide and minimize negative influences of separate factors.

**Key words:** livestock, welfare of animals, quality of products, mathematical model, tabular processor.

## Математична модель для аналізу рівня якості продукції тваринництва

Б.І. Козій, О.І. Степанюк

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, м. Львів, Україна

Тваринницька продукція, яка поставляється споживачам, повинна відповідати певним стандартам якості. Якість оцінюють за величиною деяких показників. Належні значення цих показників якості забезпечуються при виробництві продукції у сільськогосподарських підприємствах. Тваринницьку продукцію відповідної якості можна одержати лише від здорових тварин, при утриманні яких забезпечено належний рівень добробуту. Оскільки на здоров'я тварини, а отже й на якість продукції від неї, впливають різноманітні фактори середовища, виникає потреба створення методики врахування сумарного ефекту такого впливу. В даній статті пропонується математична модель, за допомогою якої можна оцінити вплив різноманітних екологічних, технологічних, гігієнічних факторів на якість продукції тварин. Такий вплив можна оцінити за допомогою деякого коефіцієнта зниження якості продукції тварини порівняно з максимально можливою якістю, яка має місце при комфортних для тварини умовах утримання. Визначено групи факторів, які впливають на добробут тварин, запропоновано шкалу оцінки їх впливу на продуктивність тварин, розроблено алгоритм визначення величини коефіцієнта зниження якості тваринницької продукції та спосіб його реалізації засобами табличного процесора. Запропонована методика визначення коефіцієнта зниження якості продукції тварин дає можливість оцінити вплив окремих груп факторів на деякий показник якості, який для даного виду продукції є визначальним. Це своєю чергою,

дозволяє виявити ті недоліки в системі утримування тварин, догляду за ними, які найбільш суттєво впливають на добробут тварин, а отже й на якість продукції від них. Застосування запропонованої методики визначення коефіцієнта якості продукції тварин забезпечує можливість одержання кількісної оцінки впливу різноманітних факторів на якість продукції тварин, що своєю чергою дозволяє на стадії планування виробництва, на стадії проектування сільськогосподарських тваринницьких комплексів передбачити та мінімізувати негативні впливи окремих факторів.

**Ключові слова:** тваринництво, добробут тварин, якість продукції, математична модель, табличний процесор.

## Вступ

Продуктивність 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 щодо поширення незаразних та заразних хвороб. При інтенсивному веденні відповідної галузі тваринництва варто пам'ятати, що одержати високоякісну продукцію можна лише від здорової тварини, при утриманні якої забезпечено належний рівень добробуту. Оскільки на здоров'я тварини, а отже, й на якість продукції від неї впливають різноманітні фактори середовища, виникає потреба створення методики врахування сумарного ефекту такого впливу.

Наука про добробут тварин, яка стала актуальною з впровадженням у тваринництві промислових технологій, формулює основні групи потреб тварини (Kozij, 2012). Це:

- фізіологічні потреби, про які сигналізують індикатори внутрішнього стану організму – відчуття спраги, голоду тощо;
- фізичні потреби, що спрямовані на забезпечення конкретних умов утримання – температура, освітлення, звуки;
- етологічні потреби, спрямовані на забезпечення можливості прояву поведінки, характерної для даного виду тварин – індивідуальної, статеві, соціальної, дослідницької, потреби в контакті тощо.

Як приклад комплексного підходу до визначення добробуту тварин є принцип п'яти свобод (Kozij, 2012):

- свобода від голоду і спраги – постійний доступ до води і кормів, що забезпечують здоров'я;
- свобода від дискомфорту – забезпечення відповідних умов середовища, які відповідають потребам організму;
- свобода від болю, травм, хвороб – забезпечення їх профілактики або лікування;
- свобода від страху і стресу – забезпечення умов, які запобігають ментальним стражданням;
- свобода забезпечення достатнього приросту, відповідних умов і засобів.

Ознаками належного добробуту тварин є різні ознаки нормальної поведінки, які швидко проявляються:

- фізіологічні індикатори задоволення;
- показники поведінки при задоволенні;
- реалізація генетичного потенціалу, росту і розвитку та продуктивності тварин.

При створенні математичної моделі, за допомогою якої можна оцінити вплив різноманітних екологічних,

технологічних, гігієнічних факторів на якість продукції тварин, зробимо такі припущення:

- очікувана якість продукції тварини визначається її генетичним потенціалом та належними умовами утримання тварин;
- реальна, тобто фактична якість продукції тварини, визначається наявними умовами утримання тварини;
- умови утримання визначаються факторами навколишнього середовища, які формують рівень добробуту тварини.

Споживачі тваринницької продукції очікують на одержання такої продукції найвищої якості. Нехай якість тваринницької продукції оцінюється за величиною деякого параметра цієї продукції, який назовемо параметром якості. Наприклад, для молочної продукції це може бути процент молочного жиру, або вміст білка чи величина бактеріального забруднення, або значення якогось інтегрального показника. Якщо позначити через  $P_n$  очікуване значення параметра якості, а реальне його значення через  $P_p$ , то можна записати, що:

$$P_p = P_n k, \quad (1)$$

де  $k$  – коефіцієнт зниження якості одержуваної продукції тваринництва. Очевидно, що в загальному випадку значення коефіцієнта  $k$  коливається в межах:

$$0 \leq k \leq 1. \quad (2)$$

Якщо  $k = 1$ , то  $P_p = P_n$ , то одержуємо тваринницьку продукцію найвищої якості.

Для одержання тваринницької продукції належної якості, при якій  $k = 1$ , необхідно забезпечити тваринам відповідний рівень добробуту. При ідеальному рівні добробуту якість продукції буде найвищою, а при відхиленні від належних умов утримання тварини – зменшується.

Значення коефіцієнта  $k$  залежить від багатьох факторів. Усі фактори можна об'єднати у групи. Можна виділити кілька групи факторів (Demtschuk et al., 2010). Нехай такими групами факторів є:

- загальна екологічна ситуація в регіоні;
- якість кормів;
- збалансованість раціонів для тварин;
- організація напування тварини;
- якість води;
- мікроклімат тваринницького приміщення;
- стан будівель, внутрішнього обладнання, механізмів;
- технологія і система утримання тварин;
- кадри, їхня кваліфікація, дотримання вимог добробуту тварин;
- ветеринарне обслуговування тварин.

Вплив кожної з цих груп факторів на якість продукції тварини може бути оцінена в межах 5-тибальної шкали, а саме (табл. 1):

**Таблиця 1**

Таблиця якісної та кількісної оцінки впливу груп факторів на якість продукції тварин

Якісна оцінка фактора	Кількісна оцінка ( $\kappa_{nb}$ )
Дуже добре	5
Добре	4
Задовільно	3
Погано	2
Дуже погано	1

В нашому випадку це десять груп факторів, кожна з яких може бути оцінена у “кількості позитивних балів” –  $\kappa_{nb}$ . Ця оцінка для кожної групи факторів коливається в межах:

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

Очевидно, що вплив кожної групи факторів може бути більш або менш суттєвим. Тому використаємо поняття вагомості кожної групи факторів –  $v_{\phi i}$ , кожний з яких буде коливатися в межах:

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

Сумарна вагомість усіх факторів, очевидно, рівна 1:

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

Введемо поняття “кількості негативних балів”  $\kappa_{nb}$  для кожної групи факторів, тобто кількості балів щодо низки факторів, які негативно впливають на якість продукції тварин. Очевидно, що:

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

Тоді коефіцієнт якості продукції тварин через негативну дію факторів, а як наслідок недобраної кількості балів для кожного фактора з урахуванням вагомості цієї групи, можна обчислити за формулою:

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

Результуючий коефіцієнт якості продукції  $k$  дорівнюватиме добутку складових, тобто коефіцієнтів зниження якості продукції для кожної групи факторів:

$$k = K_{\phi 1} * K_{\phi 2} * K_{\phi 3} * K_{\phi 4} * K_{\phi 5} * K_{\phi 6} * K_{\phi 7} * K_{\phi 8} * K_{\phi 9} * K_{\phi 10}. \quad (8)$$

На основі запропонованої математичної моделі нами розроблено програму обчислення та аналізу впливу факторів зовнішнього середовища на якість продукції тварин. Вигляд електронної таблиці з відповідними розрахунковими формулами наведено на рис. 1.

	A	B	C	D	E	F
1	Оцінка впливу факторів зовнішнього середовища на якість продукції тварин					
	Фактори:	Бальна оцінка	Негативні бали	Коефіцієнт балів	Вагомість фактору	Коефіцієнт впливу
2						
3	Екологія	5	=5-B3	=C3/5	0,1	=1-D3*E3
4	Якість кормів	5	=5-B4	=C4/5	0,1	=1-D4*E4
5	Збалансованість раціонів годівлі	5	=5-B5	=C5/5	0,1	=1-D5*E5
6	Організація напування тварин	5	=5-B6	=C6/5	0,1	=1-D6*E6
7	Якість води	5	=5-B7	=C7/5	0,1	=1-D7*E7
8	Мікроклімат тваринницького приміщення	5	=5-B8	=C8/5	0,1	=1-D8*E8
9	Стан будівель, механізмів, обладнання	5	=5-B9	=C9/5	0,1	=1-D9*E9
10	Технологія та система утримання	5	=5-B10	=C10/5	0,1	=1-D10*E10
11	Добробут тварин, кадри, їх кваліфікація	5	=5-B11	=C11/5	0,1	=1-D11*E11
12	Ветеринарне обслуговування тварин	5	=5-B12	=C12/5	0,1	=1-D12*E12
13					=СУММ(E3:E12)	=ПРОИЗВЕД(F3:F12)

**Рис. 1.** Вигляд електронної таблиці для обчислення коефіцієнта зниження якості продукції тварин

У даній таблиці в клітинах стовпчика **B** введено бальні оцінки кожного з факторів (вважається, що для всіх факторів оцінка “відмінно”). У клітинах таблиці **E3 – E12** уведені значення ваги кожного фактора (вважається, що всі фактори мають однакову вагу – 0,1). У клітині **E13** 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  $k$  зниження якості продукції.

Результати обчислення за даним алгоритмом наведені на рис. 2. Як видно з рис. 2, коефіцієнт зниження якості продукції при заданих бальних оцінках враховуваних факторів та при заданих вагах кожного фактору рівний:

$$k = 1.$$

	A	B	C	D	E	F
1	Оцінка впливу факторів зовнішнього середовища на якість продукції тварин					
	Фактори:	Бальна оцінка	Негативні бали	Коефіцієнт балів	Вагомість фактору	Коефіцієнт впливу
2						
3	Екологія	5	0	0	0,1	1
4	Якість кормів	5	0	0	0,1	1
5	Збалансованість раціонів годівлі	5	0	0	0,1	1
6	Організація напування тварин	5	0	0	0,1	1
7	Якість води	5	0	0	0,1	1
8	Мікроклімат тваринницького приміщення	5	0	0	0,1	1
9	Стан будівель, механізмів, обладнання	5	0	0	0,1	1
10	Технологія та система утримання	5	0	0	0,1	1
11	Добробут тварин, кадри, їх кваліфікація	5	0	0	0,1	1
12	Ветеринарне обслуговування тварин	5	0	0	0,1	1
13					1	1,0000

**Рис. 2.** Вигляд електронної таблиці з результатами обчислення коефіцієнта зниження якості продукції тварин

Запропонована методика визначення коефіцієнта зниження якості продукції тварин може бути застосована для аналізу впливу різноманітних факторів на одержання продукції відповідної якості. Наприклад,

нехай при плануванні виробництва молока на фермі з коровами, генетичний потенціал яких має належний рівень, відомо, що:

Фактор	Рівень	Кількість балів	Вагомість фактора
Екологія	добрий	4	0,05
Якість кормів	відмінний	5	0,2
Збалансованість раціонів годівлі	добрий	4	0,2
Організація напування тварин	відмінний	5	0,1
Якість води	добрий	4	0,1
Мікроклімат тваринницького приміщення	добрий	4	0,05
Стан будівель, механізмів, обладнання	задовільний	3	0,05
Технологія та система утримання	добрий	4	0,05
Добробут тварин, кадри, їх кваліфікація	відмінний	5	0,05
Ветеринарне обслуговування тварин	добрий	4	0,15

Увівши відповідні дані в електронну таблицю, одержимо (див. рис. 3):

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Оцінка впливу факторів зовнішнього середовища на якість продукції тварин</b>					
2	<b>Фактори:</b>	<b>Бальна оцінка</b>	<b>Негативні бали</b>	<b>Коефіцієнт балів</b>	<b>Вагомість фактору</b>	<b>Коефіцієнт впливу</b>
3	Екологія	4	1	0,2	0,05	0,99
4	Якість кормів	5	0	0	0,2	1
5	Збалансованість раціонів годівлі	4	1	0,2	0,2	0,96
6	Організація напування тварин	5	0	0	0,1	1
7	Якість води	4	1	0,2	0,1	0,98
8	Мікроклімат тваринницького приміщення	4	1	0,2	0,05	0,99
9	Стан будівель, механізмів, обладнання	3	2	0,4	0,05	0,98
10	Технологія та система утримання	4	1	0,2	0,05	0,99
11	Добробут тварин, кадри, їх кваліфікація	5	0	0	0,05	1
12	Ветеринарне обслуговування тварин	4	1	0,2	0,15	0,97
13					1	<b>0,8678</b>

**Рис. 3.** Результати обчислення коефіцієнта зниження якості продукції

В нашому випадку маємо коефіцієнт зниження якості продукції:

$$k = 0,8504$$

Отже, запропонована методика забезпечує можливість одержання кількісної оцінки впливу різноманітних факторів на якість продукції тварин, що своєю чергою, дозволяє на стадії планування виробництва передбачити та мінімізувати негативні впливи окремих факторів.

Очевидно, що для практичної реалізації запропонованого методу оцінки впливу факторів зовнішнього середовища на якість продукції тварин необхідно мати методику визначення бальної оцінки впливу кожної групи факторів. Це може бути здійснено двома способами:

- визначення шляхом експертної оцінки групою висококваліфікованих фахівців;
- обчислення бальної оцінки для кожної групи факторів за певним алгоритмом на основі аналізу фактичних даних для досліджуваного підприємства.

Подальші дослідження у цьому напрямі повинні бути спрямовані на розробку сукупності алгоритмів обчислення бальних оцінок для кожної групи факторів, які впливають на якість тваринницької продукції.

### References

Kozij, V.I. (2012). Dobrobut twaryn (istorytschni, naukovy ta normatyvni aspekty). Navtschalnyj posibnyk, Bila Cerkva (in Ukrainian).

Demtschuk, M.V., Kozenko, O.V., Kozij, B.I., & Knysuk, P.V. (2010). Do metodyky vyvczennja vplyvu kompleksu tschyynykiv sere dovlytscha na funkcionalnyj stan organizmu abo s stada tvaryn. Naukovyj visnyk LNUVM ta BT, 12, 3(4), 162–173. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2010\\_12\\_3\(4\)\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_3(4)_31) (in Ukrainian).