

## Original researches

## Factors affecting piglets stillbirth in Large White sows

A. S. Kramarenko, S. S. Kramarenko

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

Received: 26 February 2021

Revised: 11 March 2021

Accepted: 30 March 2021

Mykolayiv National Agrarian University,  
George Gongadze Str., 9, Mykolayiv, 54020,  
Ukraine

Tel.: +38-050-991-53-14

E-mail: kssnail0108@gmail.com

Cite this article: Kramarenko, A. S., &  
Kramarenko, S. S. (2021). Factors affecting  
piglets stillbirth in Large White sows.  
*Theoretical and Applied Veterinary Medicine*,  
9(1), 40–46. doi: 10.32819/2021.91007

**Abstract.** This study considers signs of a sow that affect the stillborn piglets number in the nest and the likelihood of stillbirth. The animals that were used for this study were kept on the pig farm of «Tavriys'ki svyni» LLC, located in the Skadovsky district (Kherson region, Ukraine). The experimental materials used for this study consisted of 100 animals from productive parent sows of the Large White pig. The reproductive indicators of each animal included in this study were evaluated. The total number of piglets at birth (both live and dead), i.e. total litter size and and sow farrowing number were monitored for the first eight farrows during the period of eleven years (2007–2017). Stillborn piglets were observed in  $63.3 \pm 1.7\%$  of litter, and their average proportion in the nest was  $11.5 \pm 0.4\%$ . The proportion of piglets born dead of the total piglets at birth obtained in this study is within the range of 5 to 15%, which has been previously noted for commercial pig farms in other countries. With an increase in the age of the sow (the number of farrowing's), there was a gradual decrease in the proportion of the litter in which no stillborn piglet was observed ( $\chi^2 = 51.35$ ;  $P < 0.001$ ), and, conversely, the proportion of nests in which 2–4 stillborn piglets were recorded gradually increased ( $\chi^2 = 46.32$ ;  $P < 0.001$ ). The number of stillborn piglets and the frequency of stillborn piglets in the litter tended to increase in sows that had a large litter size at birth (in both cases:  $P < 0.001$ ). The binary logistic regression analyses indicated that the probability of a piglet being stillborn was significantly associated with the farrowing number of the sow and the total number of piglets in the litter ( $\chi^2 = 155.00$ ;  $P < 0.001$ ). This model predicted well the presence of at least one stillborn piglet per litter (in 86.6% of cases) and more or less adequately predicted its absence (in 42.9%). Our results indicate that there is a significant interaction between the number of farrowing and the total size of the litter when determining the estimate of the proportion of stillborn piglets in the litter. The same predicted estimates can be obtained for a small litter in an older sow, or, conversely, for a large litter in a first-farrowing sow.

**Keywords:** stillborn piglets; frequency of stillborn piglets; litter size; farrowing number; binary logistic regression model

## Фактори, що впливають на мертвонародження поросят у свиноматок великої білої породи

О. С. Крамаренко, С. С. Крамаренко

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

**Анотація.** Розглядаються ознаки свиноматки, що впливають на кількість мертвонароджених поросят у гнізді та ймовірність мертвонародження. Тварини, для цього дослідження, утримувались на свинофермі ТОВ «Таврійські свині», розташованій у Скадовському районі (Херсонська обл., Україна). Для роботи використано експериментальні матеріали для 100 особин основного стада свиноматок великої білої породи. Оцінювали відтворювальні ознаки кожної тварини, включеної в дослідження. Дані за одинадцять років (2007–2017 рр.) щодо загальної кількості поросят при народженні (як живих, так і мертвих), тобто, загальний розмір гнізда та номер опоросу свиноматки, використані для перших восьми опоросів. Мертвонароджені поросята спостерігались у  $63,3 \pm 1,7\%$  гнізд, а їх середня частка у гнізді склала  $11,5 \pm 0,4\%$ . Частка поросят, народжених мертвими, від загальної їх кількості при народженні, отримана у цьому дослідженні, перебуває в межах діапазону від 5 до 15%, що раніше вже було відмічено для комерційних свинарських ферм в інших країнах. Із зростанням віку свиноматки (кількості опоросів) має місце поступове зниження частки гнізд, в яких не було відмічено жодного мертвонародженого поросят ( $\chi^2 = 51,35$ ;  $P < 0,001$ ) та, навпаки, поступово підвищувалася частка гнізд, в яких відмічено 2–4 мертвонароджені поросята ( $\chi^2 = 46,32$ ;  $P < 0,001$ ). Кількість мертвонароджених та частка поросят, народжених мертвими у гнізді, мали тенденцію збільшуватись у свиноматок, які мали великий розмір гнізда під час опоросу (в обох випадках:  $P < 0,001$ ). Аналіз, проведений на підставі бінарної логістичної моделі, свідчить, що ймовірність поросят народитися мертвим була вірогідно пов'язана з номером опоросу свиноматки та загальною кількістю поросят у гнізді ( $\chi^2 = 155,00$ ;  $P < 0,001$ ). Ця модель добре передбачає наявність хоча б одного мертвого поросят у гнізді (у 86,6% випадків) та більш-менш адекватно передбачає його/їх відсутність (у 42,9%). Отримані нами результати свідчать, що для визначення частки мертвонароджених поросят у гнізді має місце значний ефект взаємодії між номером опоросу та загальним розміром гнізда. Одна й та сама оцінка може бути отримана для невеликого за розміром гнізда у повновікової свиноматки або, навпаки, для великого гнізда у свиноматки-першоопороски.

**Ключові слова:** мертвонароджені поросята; частка мертвонароджених поросят; розмір гнізда; номер опоросу; модель бінарної логістичної регресії

## Вступ

Підвищена ймовірність мертвонародження негативно впливає на продуктивність племінного стада, оскільки знижує як кількість поросят під час відлучення, так і загальну кількість відлучених поросят на одну свиноматку за рік. Приміром, у Франції втрати через мертвонародження складають близько 2,5 млн поросят щорічно. Частково це може пояснюватися наслідками селекції на збільшення розміру гнізда. Так, за період з 1980 по 1999 рік середній розмір гнізда при народженні збільшився з 10,7 до 12,5 голови, у той час як середня кількість мертвонароджених поросят за цей же час збільшились майже вдвічі – з 0,5 до 0,9 на гніздо (Le Cozler et al., 2002). Відповідно, встановлення факторів, що зумовлюють підвищену ймовірність одного (а то й декількох) неживих поросят у гнізді може допомогти оптимізувати репродуктивну ефективність свиноматок (Lucia Jr. et al., 2002).

Впливом патогенних агентів може пояснюватися до 30% мертвонародження, ще 70% зумовлюється іншими факторами (VanGoose et al., 2000). Збільшення кількості мертвонароджених у гнізді може бути пов'язане із багатьма факторами, наприклад, властивостями свиноматки, а саме, наявністю мертвонароджених або поросят із низькою життєздатністю в попередніх опоросах, збільшенням тривалості опоросу, надмірною живою масою свиноматки, зниженням концентрації гемоглобіну в крові, збільшенням номера опоросу, зростанням кількості поросят у гнізді та розміру гнізда за попереднього опоросу тощо. Крім того, певні фактори, що характеризують поросля, можуть спровокувати його смерть до, під час або відразу після народження; це: пізніший номер у порядку народження, низька маса при народженні або пошкодження пуповини (Zaleski & Hacker, 1993; Kirkden et al., 2013; Vanderhaeghe et al., 2013; Muñoz et al., 2017; Rangstrup-Christensen et al., 2017; Nam & Sukon, 2020; Schild et al., 2020). У цілому, кількість (та частка) мертвонароджених поросят у гнізді збільшується з віком (номером опоросу) свиноматок та зі збільшенням кількості поросят у гнізді при народженні (Fraser et al., 1997).

Спадкова компонента також відіграє певну роль у формуванні кількісних характеристик мертвонародження поросят (Leenhouders et al., 1999; Kapell et al., 2011). У праці Grandinson et al. (2002) зазначено, що коефіцієнт успадкування мертвонародження поросят йоркширської породи у Швеції складав 0,15.

Отже, основна мета нашої роботи полягає у визначенні факторів, що впливають на мертвонародження поросят у свиноматок великої білої породи з особливим розглядом впливу номера опоросу та розміру гнізда.

## Матеріал і методи досліджень

Для аналізу використано дані щодо відтворювальних ознак 100 свиноматок великої білої породи (ВБП), які утримувалися на фермі ТОВ «Таврійські свині» Скадовського району Херсонської області протягом 2007–2017 років. Для кожної свиноматки проаналізовано перші вісім опоросів (P1-P8). Таким чином, загалом, в аналіз включено дані щодо 800 опоросів.

Для кожної свиноматки оцінено такі ознаки: кількість мертвонароджених (NSB – number of stillborn piglets) та частка мертвонароджених поросят (FSB – frequency of stillborn piglets).

Середнє арифметичне значення та його статистична помилка ( $Mean \pm SE$ ) розраховані для окремих субгруп, сформованих залежно від номера опоросу свиноматки та загальної кількості поросят при народженні (TNB – total number of piglets born). Оскільки характер розподілу гнізд як за кількістю мертвонароджених поросят, так і за їх часткою у гнізді, вірогідно відхилявся від нормального ( $d$ -критерій Колмогорова – Смирнова: в обох випадках  $P < 0,01$ ), ми використали непараметричний дисперсійний аналіз Краскала – Уолліса ( $H_{KW}$ ) для перевірки

нуль-гіпотези щодо відсутності вірогідних відмінностей серед окремих субгруп.

Визначення лінійного тренду середніх арифметичних для субгруп проведене з використанням коефіцієнта непараметричної рангової кореляції Спірмена ( $R_s$ ).

Для побудови моделі прогнозування наявності хоча б одного мертвонародженого поросляти в гнізді (на підставі предикторних змінних) застосовано алгоритм бінарної логістичної регресії:

$$P(SB) = \exp(a + b \times X) / [1 + \exp(a + b \times X)], \quad (1)$$

де  $P(SB)$  – ймовірність наявності хоча б одного мертвонародженого поросляти в гнізді;  $X$  – предикторна змінна;  $a$  та  $b$  – коефіцієнти регресії.

Ми використали три різні моделі. В моделі 1 як предикторну змінну взяли номер опоросу, в моделі 2 – загальну кількість поросят при народженні (загальний розмір гнізда). В моделі 3 – обидві предикторні змінні одночасно.

Прогностична цінність кожної моделі була оцінена як частка точних прогнозів, окремо для «1» (наявність хоча б одного мертвонародженого поросляти у гнізді) та «0» (відсутність жодного такого у гнізді), а також для моделі в цілому.

Для побудови моделі прогнозування частки мертвонароджених поросят у гнізді (на підставі предикторних змінних) застосовано алгоритм множинної лінійної регресії:

$$FSB = a + b \times X + c \times Y, \quad (2)$$

де  $FSB$  – частка мертвонароджених поросят в гнізді;  $X$  – номер опоросу свиноматки;  $Y$  – загальна кількість поросят при народженні;  $a$ ,  $b$  та  $c$  – коефіцієнти регресії.

Усю статистичну обробку проведено на підставі посібників О. Shebanina et al. (2008) та S. Kramarenko et al. (2019) за допомогою програмного забезпечення MS Excel, PAST v. 2.14 (Hammer et al., 2001) та Statistica v.7 (Stat Soft Inc.).

## Результати

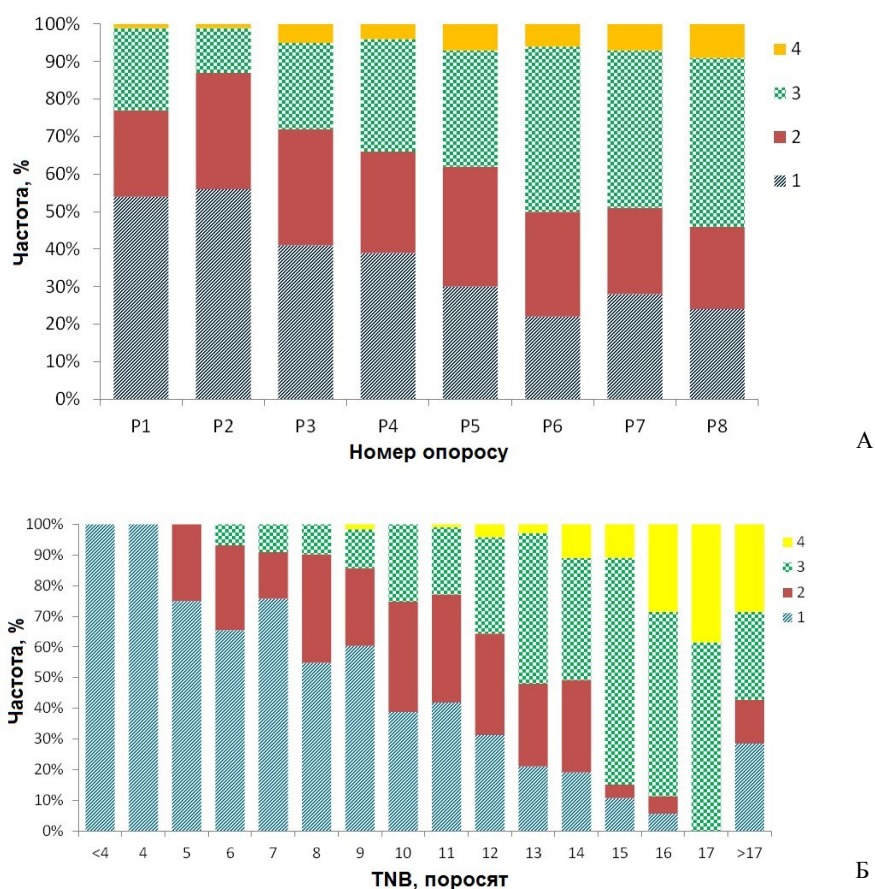
Усього аналізом 800 гнізд (8 опоросів для 100 особин) відмічено наявність гнізд із мертвонародженими порослятами у 506, тобто, 63,3% гнізд свиноматок ВБП мали хоча б одне мертвонароджене поросля. При цьому характер розподілу гнізд із різною кількістю мертвонароджених поросят має свої специфічні особливості, пов'язані як із номером опоросу, так і з розміром гнізда.

Із зростанням номера опоросу (віку свиноматки) спостерігається поступове зниження частки гнізд, які не мали мертвонароджених, і навпаки, поступове збільшення гнізд, які мали 2–4 таких (рис. 1А).

Аналогічну закономірність відмічено й відносно розміру гнізда – зі збільшенням загальної кількості поросят при народженні зменшувалася кількість гнізд, у яких не було зафіксовано мертвонароджених та збільшувалася кількість гнізд, в яких були присутні 1, 2–4 та 5 і більше мертвонароджених поросят (рис. 1Б).

Майже всі відмічені зміни були вірогідними (критерій  $\chi^2$ -квадрат:  $P < 0,001$ ). Не було лише помічено вірогідного впливу номера опоросу на кількість гнізд з одним та 5 і більше мертвонароджених поросят (табл. 2).

У середньому, найменша кількість мертвонароджених ( $0,64 \pm 0,09$  поросят/гніздо) відмічена серед свиноматок ВБП під час 2-го опоросу, а найбільша ( $2,08 \pm 0,19$  поросят/гніздо) – серед найдоросліших свиноматок (8-го опоросу). Аналогічно змінювалися й середні оцінки частки неживих поросят на гніздо – від  $6,2 \pm 0,9\%$  (для свиноматок 2-го опоросу) до  $16,8 \pm 1,4\%$  (для свиноматок 8-го опоросу). Для обох ознак



**Рис. 1.** Розподіл за кількістю мертвонароджених поросят (NSB) на гніздо свиноматок ВБП залежно від номера опоросу (А) та загальної кількості поросят при народженні (Б):  
 1 – NSB = 0; 2 – NSB = 1; 3 – NSB = 2-4; 4 – NSB = 5+ ...

**Таблиця 1** – Вплив номера опоросу та загальної кількості поросят при народженні на розподіл за кількістю мертвонароджених у гнізді свиноматок ВБП

Фактор	Градація			
	NSB = 0	NSB = 1	NSB = 2-4	NSB = 5+
Номер опоросу	51,35 (P < 0,001)	5,81 (ns)	46,32 (P < 0,001)	12,21 (ns)
TNB	138,86 (P < 0,001)	44,27 (P < 0,001)	127,69 (P < 0,001)	107,28 (P < 0,001)

Примітки: ns – P > 0,05. TNB – розмір гнізда (загальна кількість поросят при народженні).

установлено вірогідний вплив номера опоросу на мертвонародження (як в абсолютних цифрах, так і відносних) серед досліджених свиноматок ВБП (непараметричний дисперсійний аналіз Краскала – Уолліса: в обох випадках P < 0,001) (табл. 2).

При цьому встановлено вірогідний лінійний тренд для обох ознак (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена: P ≤ 0,002).

Що стосується зв'язку мертвонародження та розміру гнізда, найнижчу кількість та частку неживих поросят відмічено серед свиноматок, які мали 5 поросят у гнізді при народженні – 0,25 ± 0,16 поросят/гніздо та 5,0 ± 3,3%, відповідно (табл. 3).

У тварин із меншими розмірами гнізда мертвонароджених не було (див. рис. 1 Б). Зі збільшенням розміру гнізда кількість та частка мертвонароджених поросят зростала і досягала максимуму серед свиноматок із 17 поросятами – 4,69 ± 0,59 по-

росят/гніздо та 27,6 ± 3,5%, відповідно. Суттєві коливання оцінок мертвонародження серед тварин із максимальною кількістю поросят у гнізді (18–19 голів) можна пояснити низькою кількістю таких особин (2–5 свиноматок).

Для обох ознак встановлено вірогідний вплив розміру гнізда на мертвонародження (як в абсолютних цифрах, так і відносних) серед досліджених свиноматок ВБП (непараметричний дисперсійний аналіз Краскала–Уолліса: в обох випадках P < 0,001). Також встановлено вірогідний лінійний тренд для обох ознак (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена: в обох випадках P < 0,001) (див. табл. 3).

У таблиці 4 наведено результати аналізу різних моделей бінарної логістичної регресії наявності мертвонароджених поросят у гнізді свиноматок ВБП. Модель 1 враховувала лише вплив

**Таблиця 2** – Показники мінливості кількості (NSB) та частки (FSB) мертвонароджених поросят у гнізді свиноматок ВБП залежно від номера опоросу

Номер опоросу	<i>n</i>	NSB, поросят		FSB, %	
		<i>min – max</i>	<i>Mean ± SE</i>	<i>min – max</i>	<i>Mean ± SE</i>
P1	100	0 – 7	0,95 ± 0,14	0 – 41,2	8,1 ± 1,1
P2	100	0 – 5	0,64 ± 0,09	0 – 38,5	6,2 ± 0,9
P3	100	0 – 8	1,20 ± 0,16	0 – 47,1	9,6 ± 1,1
P4	100	0 – 7	1,33 ± 0,16	0 – 77,8	10,9 ± 1,3
P5	100	0 – 13	1,67 ± 0,20	0 – 81,3	12,8 ± 1,3
P6	100	0 – 9	1,89 ± 0,18	0 – 64,3	14,7 ± 1,3
P7	100	0 – 9	1,66 ± 0,16	0 – 47,4	13,0 ± 1,2
P8	100	0 – 9	2,08 ± 0,19	0 – 75,0	16,8 ± 1,4
$H_{KW}(7; 800); P$	–	–	72,24; $P < 0,001$	–	62,12; $P < 0,001$
$R_s; P$	–	–	0,905; $P = 0,002$	–	0,952; $P < 0,001$

**Таблиця 3** – Показники мінливості кількості (NSB) та частки (FSB) мертвонароджених поросят у гнізді свиноматок ВБП залежно від розміру гнізда (TNB)

TNB, поросят	<i>n</i>	NSB, поросят		FSB, %	
		<i>min – max</i>	<i>Mean ± SE</i>	<i>min – max</i>	<i>Mean ± SE</i>
5	8	0 – 3	0,25 ± 0,16	0 – 20,0	5,0 ± 3,3
6	29	0 – 3	0,45 ± 0,14	0 – 50,0	7,5 ± 2,3
7	33	0 – 3	0,36 ± 0,13	0 – 42,9	5,2 ± 1,8
8	51	0 – 7	0,57 ± 0,10	0 – 37,5	7,1 ± 1,3
9	63	0 – 4	0,68 ± 0,15	0 – 77,8	7,6 ± 1,7
10	103	0 – 5	0,97 ± 0,10	0 – 40,0	9,7 ± 1,0
11	105	0 – 9	0,98 ± 0,11	0 – 45,5	8,9 ± 1,0
12	118	0 – 7	1,42 ± 0,14	0 – 75,0	11,9 ± 1,2
13	104	0 – 9	1,74 ± 0,14	0 – 53,8	13,4 ± 1,1
14	73	0 – 6	2,15 ± 0,23	0 – 64,3	15,4 ± 1,6
15	46	0 – 13	2,67 ± 0,22	0 – 40,0	17,8 ± 1,5
16	35	0 – 8	3,69 ± 0,42	0 – 81,3	23,0 ± 2,6
17	13	0 – 3	4,69 ± 0,59	0 – 47,1	27,6 ± 3,5
18	2	0 – 9	1,50 ± 1,50	0 – 16,7	8,3 ± 8,3
19	5	0 – 1	3,60 ± 1,60	0 – 47,4	18,9 ± 8,4
$H_{KW}(14; 800); P$	–	–	213,26; $P < 0,001$	–	116,13; $P < 0,001$
$R_s; P$	–	–	0,938; $P < 0,001$	–	0,868; $P < 0,001$

номера опоросу на наявність хоча б одного мертвонародженого поросяти у гнізді свиноматки і мала такий вигляд:

$$P(SB) = \exp(-0,419 + 0,221 \times X) / [1 + (-0,419 + 0,221 \times X)],$$

де  $P(SB)$  – ймовірність того, що у гнізді було хоча б одне мертвонароджене поросят;  $X$  – номер опоросу.

Ця модель адекватно описувала вихідні дані (критерій  $\chi^2$ -квдрат:  $\chi^2 = 45,15$ ;  $P < 0,001$ ). Її середня прогностична цінність (тобто відсоток вірно класифікованих гнізд) складала 64,3%, але при цьому вона значно краще прогнозувала присутність мертвонародженого поросяти/поросят у гнізді (у 90,9% випадків), ніж його/їх відсутність (лише у 18,4%).

Модель 2 враховувала лише вплив розміру гнізда на наявність хоча б одного мертвонародженого поросяти у гнізді. Ця модель мала такий вигляд:

$$P(SB) = \exp(-3,113 + 0,332 \times Y) / [1 + \exp(-3,113 + 0,332 \times Y)],$$

де  $Y$  – загальна кількість поросят при народженні у гнізді.

Вона більш адекватно описувала вихідні дані (критерій  $\chi^2$ -квдрат:  $\chi^2 = 134,91$ ;  $P < 0,001$ ). Її середня прогностична цінність була значно вищою, ніж у попередньому випадку, і складала 70,8%. При цьому вона також добре прогнозувала наявність хоча б одного мертвонародженого поросяти (у 86,6% випадків), але значно краще, ніж попередня модель, передбачувала його відсутність (у 43,6%).

**Таблиця 4** – Показники моделі бінарної логістичної регресії наявності мертвнонароджених поросят у гнізді свиноматок ВБП залежно від номера опоросу (модель 1), розміру гнізда (модель 2) та їх сумісного впливу (модель 3)

Показники	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Intercept (a)	-0,419	-3,113	-3,563
Номер опоросу	0,221	–	0,160
TNB	–	0,332	0,310
$\chi^2; P$	45,15; $P < 0,001$	134,9; $P < 0,001$	155,00; $P < 0,001$
Точність прогнозу, %:			
«0»	18,4	43,6	42,9
«1»	90,9	86,6	86,6
У цілому	64,3	70,8	70,5

*Примітка:* TNB – розмір гнізда (загальна кількість поросят при народженні).

Нарешті, модель 3 одночасно враховувала вплив як номера опоросу, так і розміру гнізда і також була високоадекватною (критерій  $\chi^2$ -квадрат:  $\chi^2 = 155,00; P < 0,001$ ) та мала вигляд:

$$P(SB) = \exp(-3,563 + 0,160 \times X + 0,310 \times Y) / [1 + \exp(-3,563 + 0,160 \times X + 0,310 \times Y)].$$

Показники її прогностичної цінності майже не відрізнялися від показників для моделі 2 (див. табл. 4).

Додавання в цю модель квадратів предикторних змінних ( $X^2$ ,  $Y^2$ ) та їх мультиплікативної дії ( $X \times Y$ ) не підвищувало прогностичної цінності.

Установлено, що між номером опоросу та розміром гнізда має місце певна взаємодія, що проявляється в компенсаторному впливі обох факторів на мертвнонародження поросят. Так, наприклад, прогнозовані розрахунки за моделлю 3 при розмірі гнізда в 11 голів досягали граничного значення  $P(SB) = 0,5$  уже за 1-го опоросу, у той час як при розмірі гнізда у 7 голів – лише за 8-го опоросу (рис. 2).

Оскільки важливим бачиться не лише факт наявності мертвнонароджених поросят у гнізді, а й їх кількість, ми використали також модель множинної лінійної регресії частки мертвнонароджених поросят залежно від номера опоросу та розміру гнізда (табл. 5).

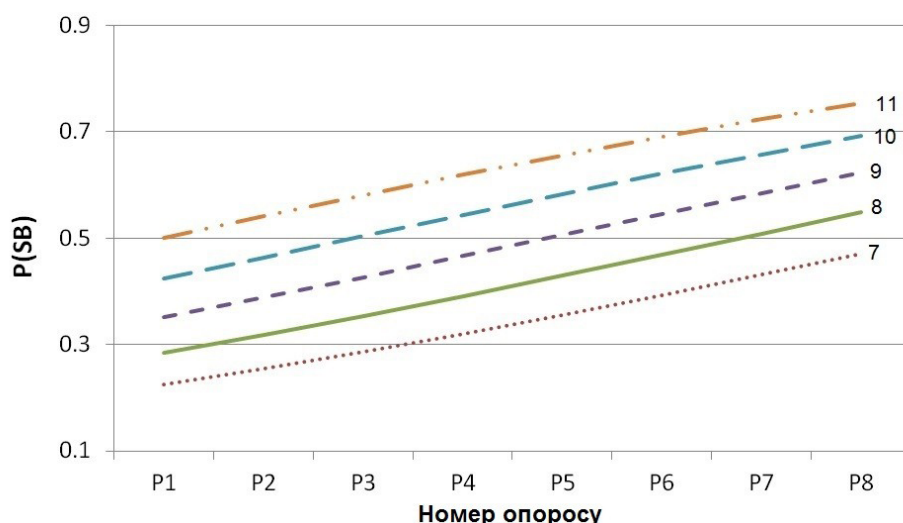
Ця модель демонструє високий рівень адекватності вихідним даним (критерій Фішера:  $F(2; 797) = 70,52; P < 0,001$ ) і всі розраховані оцінки коефіцієнтів регресії вірогідно відхиляються від нуля (див. табл. 5). Вона мала такий вигляд:

$$FSB = -0,0778 + 0,0093 \times X + 0,0134 \times Y,$$

де FSB – частка мертвнонароджених поросят у гнізді;  $X$  – номер опоросу;  $Y$  – розмір гнізда.

Отримана нами модель свідчить, що між номером опоросу та розміром гнізда існує взаємодія у визначенні теоретичних оцінок частки мертвнонароджених поросят у гнізді. Одну й ту ж оцінку можна отримати за малого розміру гнізда, народженого свиноматкою під час пізніших опоросів, або, навпаки, за великого розміру гнізда, народженого свиноматкою-першоопороскою (рис. 3).

При цьому оцінка приватного коефіцієнта кореляції (який дозволяє оцінити ступінь тісноти лінійного зв'язку між двома змінними, незалежно від опосередкованого впливу інших факторів) для розміру гнізда була майже вдвічі вищою ( $rP = 0,311; P < 0,001$ ), ніж для номера опоросу ( $rP = 0,177; P < 0,001$ ), що свідчить про більшу роль розміру гнізда у визначенні частки мертвнонароджених поросят, ніж віку свиноматки. Хоча для обох змінних ця кореляція була високовірогідною.

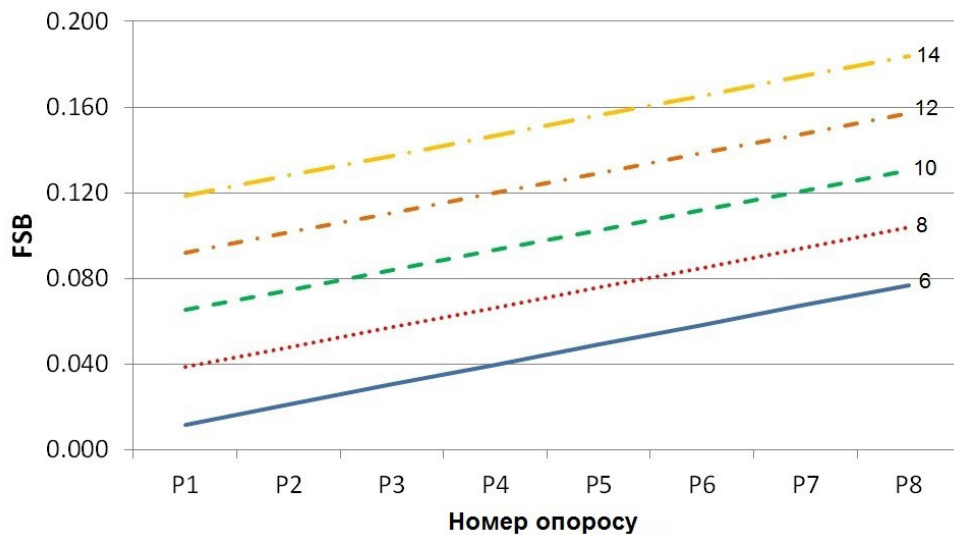


**Рис. 2.** Результати моделі логістичної регресії наявності мертвнонароджених поросят у гнізді свиноматок ВБП ( $P(SB)$ ) залежно від номера опоросу та розміру гнізда. (Наведено теоретичні лінії регресії для TNB = 7, 8, 9, 10, 11 поросят.)

**Таблиця 5** – Показники моделі множинної лінійної регресії частки мертвороджених поросят (FSB) у гнізді свиноматок ВБП залежно від номера опоросу та розміру гнізда

Показники	Оцінка коефіцієнта $\pm$ SE	P
Intercept ( <i>a</i> )	-0,0778 $\pm$ 0,0170	< 0,001
Номер опоросу ( <i>b</i> )	0,0093 $\pm$ 0,0018	< 0,001
TNB ( <i>c</i> )	0,0134 $\pm$ 0,0014	< 0,001

Примітка: TNB – розмір гнізда (загальна кількість поросят при народженні).



**Рис. 3.** Результати моделі множинної лінійної регресії частки мертвороджених поросят у гнізді (FSB) свиноматок ВБП залежно від номера опоросу та розміру гнізда. (Наведено теоретичні лінії регресії для TNB = 6, 8, 10, 12, 14 поросят)

Характерно, що оцінка приватного коефіцієнта кореляції для розміру гнізда у випадку аналізу кількості мертвороджених поросят була ще вищою ( $rP = 0,468$ ;  $P < 0,001$ ).

### Обговорення

У середньому для всіх аналізованих свиноматок кількість мертвороджених поросят складала  $1,43 \pm 0,06$ , з коливаннями від 0,64 до 2,08 поросят на гніздо в різних субгрупах залежно від номера опоросу та від 0,25 до 4,69 поросят на гніздо в різних субгрупах залежно від розміру гнізда (табл. 2, 3).

Середня частка мертвороджених поросят на гніздо для всіх даних складала  $11,5 \pm 0,4\%$ . В окремих субгрупах залежно від номера опоросу цей показник варіював у межах 6,2–16,8%, а в субгрупах залежно від розміру гнізда – у межах 5,0–27,6%. Хоча в окремих гніздах частка мертвороджених поросят досягала 81,3% (табл. 2, 3).

Відмічено, що для комерційних свинарських ферм у різних країнах світу частка мертвороджених поросят коливалася від 5 до 15% (Zaleski & Hacker, 1993; Fraser et al., 1997; Leenhouders et al., 2001; Koketsu et al., 2010; Kapell et al., 2011). Таким чином, отримана нами оцінка для свиноматок ВБП (11,5%) перебувала в межах, притаманних для інших досліджень (Kramarenko et al., 2021).

Ми встановили, що кількість та частка мертвороджених поросят вірогідно й майже лінійно збільшувалися зі зростанням номера опоросу (тобто віку свиноматки) (табл. 2). Більш високі шанси мертвородження зі збільшенням номера опоросу узгоджуються з результатами інших авторів (Le Cozler et al., 2002; Borges et al., 2005; Segura Corga et al., 2007; Weber et al., 2009; Vanderhaeghe et al., 2013). Частково це можна пояс-

нити тим, що свиноматки під час пізніших опоросів зазвичай народжують більше поросят (Lucia Jr. et al., 2002). Крім того, ця закономірність може бути пов'язана з надмірним ожирінням (Sanario et al., 2006) та/або низьким тонусом м'язів матки, що може спричинити менш ефективні пологи та більш тривалий процес опоросу у свиноматок старшого віку (Lucia Jr. et al., 2002; Sanario et al., 2006). Ймовірно, це зумовлено і тим, що в таких випадках розміри гнізда були відносно більшими, а інтервалами між народженням окремих поросят, відповідно, подовженими (Gaser et al., 1997).

Розмір гнізда (тобто загальна кількість поросят при народженні) також суттєво впливав на прояв мертвородження та частку неживих поросят у гнізді (табл. 3), що також збігається із результатами, отриманими раніше. Так, у праці Borges et al. (2005) показано, що порівнянням гнізд із <10 та >12 поросятми з'ясовано: шанс отримати мертворожене поросся серед свиноматок чотирьох комерційних ферм Бразилії збільшувався у 3,6 раза ( $P < 0,001$ ), а шанс наявності хоча б одного муміфікованого плоду збільшувався у 14,5 раза ( $P < 0,001$ ).

Таким чином, як номер опоросу, так і розмір гнізда при народженні демонструють взаємодію у формуванні кількісних характеристик мертвородження, що було також показано нами. Отримані нами моделі, які прогнозують як наявність мертвороженого поросят (або декількох) у гнізді (рис. 2), а також частку таких поросят (рис. 3), свідчать про наявність компенсаторної дії між номером опоросу та розміром гнізда. Відповідно, одну й ту саму оцінку можна було отримати в разі малої кількості новонароджених поросят у гнізді під час пізніх опоросів, або, навпаки, за значного розміру гнізда, народженого свиноматкою-першоопороскою. При цьому відносний вплив на мертвородження загальної кількості поросят у гнізді був

майже вдвічі вищим, ніж номер опоросу, що свідчить про більшу роль розміру гнізда у визначенні частки мертвонароджених, ніж віку свиноматки.

При цьому навіть у межах окремих ферм фактори, що впливають на мертвонародження поросят, можуть мати свої специфічні особливості (Lucia et al., 2002; Rangstrup-Christensen et al., 2017; Schild et al., 2020). Тому, необхідні додаткові та комплексні дослідження, що включали б як різні господарства, так і різні породи свиноматок та плідників на тлі широкого спектра мінливості факторів негенетичної природи (рік, місяць, сезон опоросу тощо).

#### Висновки

В умовах свиноферми ТОВ «Таврійські свині» Скадовського району Херсонської області протягом 2007–2017 років середня частка мертвонароджених поросят на гніздо для всіх даних складала  $11,5 \pm 0,4\%$  і перебувала в межах, відмічених раніше для комерційних свинарських ферм у різних країнах світу (5–15%). Установлено, що кількість та частка мертвонароджених вірогідно й майже лінійно збільшувалися зі зростанням номера опоросу (тобто віку свиноматки), а також загального розміру гнізда при народженні. При цьому як номер опоросу, так і розмір гнізда при народженні демонструють компенсаторну дію у формуванні кількісних характеристик мертвонародження, а відносний вплив на мертвонародження загальної кількості поросят у гнізді був майже вдвічі вищим, ніж номера опоросу, що свідчить про більшу роль розміру гнізда у визначенні частки мертвонароджених, ніж віку свиноматки.

#### Подяки

Робота виконана в рамках фінансування за держбюджетними тематиками Міністерства освіти і науки України (номери державної реєстрації 0119U001042 та 0121U109492).

#### References

- Borges, V. F., Bernardi, M. L., Bortolozzo, F. P., & Wentz, I. (2005). Risk factors for stillbirth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 70(3-4), 165–176.
- Canario, L., Cantoni, E., Le Bihan, E., Caritez, J. C., Billon, Y., Bidanel, J. P., & Foulley, J. L. (2006). Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. *Journal of Animal Science*, 84(12), 3185–3196.
- Fraser, D., Phillips, P. A., & Thompson, B. K. (1997). Farrowing behaviour and stillbirth in two environments: An evaluation of the restraint-stillbirth hypothesis. *Applied Animal Behaviour Science*, 55(1-2), 51–66.
- Grandinson, K., Lund, M. S., Rydhmer, L., & Strandberg, E. (2002). Genetic parameters for the piglet mortality traits crushing, stillbirth and total mortality, and their relation to birth weight. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 52(4), 167–173.
- Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1-9.
- Kapell, D. N. R. G., Ashworth, C. J., Knap, P. W., & Roehe, R. (2011). Genetic parameters for piglet survival, litter size and birth weight or its variation within litter in sire and dam lines using Bayesian analysis. *Livestock Science*, 135(2-3), 215–224.
- Kirkden, R. D., Broom, D. M., & Andersen, I. L. (2013). Invited review: piglet mortality: management solutions. *Journal of Animal Science*, 91(7), 3361–3389.
- Koketsu, Y., Sasaki, Y., Ichikawa, H., & Kaneko, M. (2010). Benchmarking in animal agriculture: concepts and applications. *Journal of Veterinary Epidemiology*, 14(2), 105–117.
- Kramarenko, S. S., Lugovy, S. I., Lykhach, A. V. & Kramarenko, O. S. (2019). Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsiyi tvaryn [Analysis of biometric data in animal breeding and selection]. MNAU, Mykolayiv, MNAU (in Ukrainian).
- Kramarenko, A. S., Kramarenko, S. S., & Lugovoy, S. I. (2021). Analysis of the stillborn piglet's distribution in the Large White sows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 23(94), 25–30.
- Le Cozler, Y., Guyomarc'h, C., Pichod, X., Quinio, P.-Y., & Pellois, H. (2002). Factors associated with stillborn and mummified piglets in high-prolific sows. *Animal Research*, 51(3), 261–268.
- Leenhouders, J. I., van der Lende, T., & Knol, E. F. (1999). Analysis of stillbirth in different lines of pig. *Livestock Production Science*, 57(3), 243–253.
- Leenhouders, J. I., de Almeida Júnior, C. A., Knol, E. F., & van der Lende, T. (2001). Progress of farrowing and early postnatal pig behavior in relation to genetic merit for pig survival. *Journal of Animal Science*, 79(6), 1416.
- Lucia Jr., T., Corrêa, M. N., Deschamps, J. C., Bianchi, I., Donin, M. A., Machado, A. C., Meincke, W., & Mathews, J. E. (2002). Risk factors for stillbirths in two swine farms in the south of Brazil. *Preventive veterinary medicine*, 53(4), 285–292.
- Muñoz, M., Rodríguez, M. C., García-Cortes, L. A., Gonzalez, A., Garcia-Casco, J. M., & Silió, L. (2017). Direct and maternal additive effects are not the main determinants of Iberian piglet perinatal mortality. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 134(6), 512–519.
- Nam, N. H., & Sukon, P. (2020). Risk factors associated with stillbirth in swine farms in Vietnam. *World*, 10(1), 74–79.
- Rangstrup-Christensen, L., Krogh, M. A., Pedersen, L. J., & Sørensen, J. T. (2017). Sow-level risk factors for stillbirth of piglets in organic sow herds. *Animal*, 11(6), 1078–1083.
- Segura Correa, J. C., Alzina-López, A., & Rivera, J. L. S. (2007). Evaluación de tres modelos y factores de riesgo asociados a la mortalidad de lechones al nacimiento en el trópico de México. *Técnica pecuaria en México*, 45(2), 227–236.
- Shebanina, O. V., Kramarenko, S. S., & Ganganov, V. M. (2008). Metody neparametrychnoyi statystyky [Nonparametric Statistical Methods]. Mykolayiv, MNAU (in Ukrainian).
- Schild, S. L. A., Baxter, E. M., & Pedersen, L. J. (2020). A review of neonatal mortality in outdoor organic production and possibilities to increase piglet survival. *Applied Animal Behaviour Science*, 231, 105088.
- Vanderhaeghe, C., Dewulf, J., de Kruijff, A., & Maes, D. (2013). Non-infectious factors associated with stillbirth in pigs: A review. *Animal Reproduction Science*, 139(1-4), 76–88.
- Vanroose, G., de Kruijff, A., & Van Soom, A. (2000). Embryonic mortality and embryo-pathogen interactions. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 131–143.
- Weber, R., Keil, N. M., Fehr, M., & Horat, R. (2009). Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms. *Livestock Science*, 124(1-3), 216–222.
- Zaleski, H. M., & Hacker, R. R. (1993). Effect of oxygen and neostigmine on stillbirth and pig viability. *Journal of Animal Science*, 71(2), 298–305.