

ВИКОРИСТАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИХ І ЛОГІСТИЧНОЇ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ВТРАТ МОЛОЧНОГО СКОТАРСТВА ВІД ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ

Д.-В. Д. Пасечко, магістр, асистент

ORCID ID: 0000-0002-6411-693X

В.Г. Кушнеренко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-1220-2972

Л.М. Дашевська, викладач

ORCID ID: 0000-0003-3727-6484

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

У статті представлено результати оцінки продуктивних і репродуктивних втрат корів, спричинених впливом теплового стресу, шляхом побудови парних лінійних кореляційно-регресійних і логістичної моделей. Установлено, що запропоновані моделі мають значний рівень похибки, оскільки не враховують інші фактори, які впливають на досліджувані показники. Однак цей метод може використовуватися при вивченні теплового стресу у скотарстві для приблизної оцінки економічних втрат і обґрунтування методів протидії стресу.

Ключові слова: тепловий стрес, моделювання, молочне скотарство, надій, осіменіння.

Постановка проблеми. Тепловий стрес є окремим випадком порушення теплової рівноваги, коли кількість теплової енергії, що накопичується в організмі, перевищує кількість тепла, що видаляється з нього. Це призводить до порушення нормального стану функціонування організму і пригнічення продуктивних та відтворних якостей, імунітету, і може спричинити смерть внаслідок теплового удару [1].

Діяльність людства спричиняє викиди парникових газів, накопичення яких в атмосфері призводить до глобального підвищення температури приземного шару повітря. Це явище одержало назву глобального потепління [2]. Селекція, спрямована на підвищення рівня молочної продуктивності призвела до зниження рівня теплостійкості худоби [3]. Вказані процеси роблять явище теплового стресу однією із серйозних проблем молочного скотарства у регіонах зі спекотним і помірним кліматом. Так, Департаментом сільського господарства США (USDA) встановлено, що річні втрати від теплового стресу в галузі молочного скотарства склали 1,2 мільярди доларів [4]. У контексті цього, важливим завданням є оцінка величини продуктивних і фінансових втрат на рівні господарства, області та країни у цілому [5]. Одним зі шляхів вирішення цієї задачі є математичне моделювання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Моделювання використовується для вирішення широкого кола завдань, пов'язаних з тепловим стресом. До таких можна віднести: встановлення порогових значень індексів теплового стресу [6]; визначення дії довготривалого і короткотривалого теплового стресу на показники відтворення корів [7]; оцінка впливу значення індексу теплового стресу на показник добового надою [8] тощо. Дані моделі створені шляхом побудови лінійної або логістичної регресії. У вказаних дослідженнях використовується спеціальне програмне забезпечення (SAS 9.2, SPSS, XLSTAT), ціни на річну ліцензію використання якого є досить високими. Крім того, дослідники використовують спеціалізовані інструменти та методи моделювання, які дозволяють зробити модель максимально точною. У той же час, настільки високий рівень точності може бути не потрібним для прогнозування виробничих втрат в умовах господарства.

Мета статті. Оцінка точності прогнозування виробничих втрат від теплового стресу методом створення лінійних кореляційно-регресійних і логістичних моделей з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel 2007.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проведено на базі ферми «Молоко-1» державного підприємства дослідного господарства «Асканійське» Каховського району Херсонської

області (координати: Пн. ш. 46°55'1.6055" Сх. д. 33°82'1.981"), на поголів'ї корів української чорно-рябї молочної породи. Корови різного фізіологічного стану утримувалися у чотирьох приміщеннях: ДЗ₁, ДЗ₂ – корівники для дійних тварин; Род.₁, Род.₂ – приміщення для новотільних тварин. Досліджували залежність між рівнем теплового стресу і рівнем надою та успішністю осіменіння.

Дані щодо продуктивності та відтворних функцій корів одержано з програми DelPro5.2.1. та журналу обліку продуктивності. Метеорологічні показники одержано з розташованої у с. Тавричанка метеостанції. Температуру і вологість у приміщеннях визначали за допомогою термогігрометра FLUS ET-137. Вимірювання проводили влітку 2018 року з 06:00 до 21:00 з інтервалом кожні три години. Рівень теплового стресу оцінювали за допомогою температурно-вологісного індексу (*THI*), розрахованого за формулою: (1)

$$THI = ("1,8" Tdb + "32") - ("0,55" - "0,0055" RH)("1,8" Tdb - "26"), \quad (1)$$

де *Tdb* — температура сухого термометру (повітря), °C; *RH* – відносна вологість повітря, % [9].

Накопичений рівень стресу (*HPC*) визначали за розробленою нами формулою (2):

$$"HPC" = \sum_{(i=1)^N} [(THI_{год1}] - THI_{кр.т.}) + (THI_{годN} - THI_{кр.т.}), \quad (2)$$

де *THI_{год}* – значення *THI* за певну годину доби; *THI_{кр.т.}* – критична точка *THI*, при перевищенні якої спостерігається тепловий стрес, її значення у дослідженні становить 70 балів.

Дослідження впливу теплового стресу на рівень надою проведено у межах трьох продуктивних груп загальною чисельністю 169 голів: високопродуктивна група (96 гол.), виробнича група (41 гол.), низькопродуктивна група (32 гол.) – у період з 01.04.2018 по 19.07.2018 року.

Вивчення впливу теплового стресу на успішність осіменіння булona базі 102 осіменінь, проведених за період з 17.05.2017 по 30.09.2017 року.

Дані щодо тривалості сервіс-періоду охоплювали 2016...2017 роки.

Побудову парної лінійної кореляційно-регресійної і логістичної моделей проводили за методикою [10], точність моделі визначали методом аналітичного групування значень випадкових відхилень теоретичного значення від фактичного, наявність автокореляції залишків визначали за допомогою критерію

Дарбіна-Уотсона (*DW*) і коефіцієнта детермінації (*R*²).

Додатково проведено оцінку продуктивних і репродуктивних втрат від теплового стресу за розробленою у США методикою N.R. St-Pierre [11]. Для цього використано такі формули:

$$DMI_{loss} = 0,0345(THI_{max} - THI_{threshold})^2 D, \quad (3)$$

де *DMI_{loss}* – суха речовина корму не спожита твариною у результаті дії стресу; *THI_{max}* – максимальне добове значення індексу *THI*, балів; *THI_{threshold}* – порогове значення індексу *THI*, балів; *D* – тривалість дії стресу по відношенню до тривалості доби, %.

$$MILK_{loss} = 0,0695(THI_{max} - THI_{t_{res}old})^2 D, \quad (4)$$

де *MILK_{loss}* – рівень втрат надою, кг; 0,0695 – коефіцієнт регресії.

$$DO_{loss} = 164,5 - (184,5PR) + (29,38PR^2) - 128,8, \quad (5)$$

де *DO_{loss}* – подовження середньої тривалості сервіс-періоду, днів; *PR* – рівень тільності у господарстві за певний місяць.

Використання метеорологічних даних дозволяє оцінювати вплив погодних умов на організм тварин. У господарстві половину доби тварини проводять у корівниках, де на них впливають умови мікроклімату. У дослідженні [12] відмічено, що рівень теплового стресу у корівниках є вищим, ніж у докїллі, тому оцінка дії стресу на тварин лише на основі даних метеостанції може бути неточною. На підставі одержаних нами даних можна дійти аналогічного висновку (рис. 1).

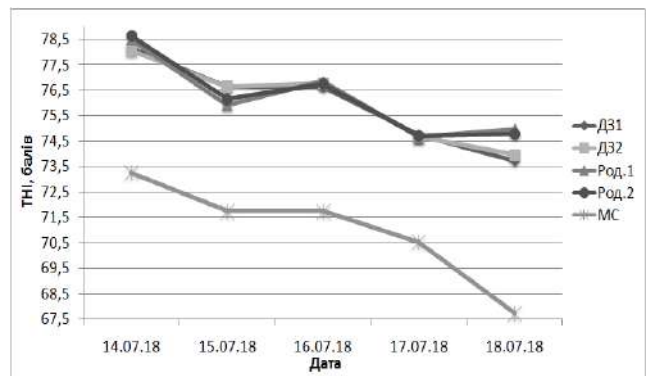


Рис. 1. Рівень теплового стресу в корівниках і у докїллі (МС – рівень стресу за даними метеостанції)

Рівень стресу в умовах корівників є вищим (на +5,1±0,1 балів), ніж у навколишньому середовищі (*P*>0,999). Це обумовлено більш високою температурою повітря корівників (у середньому на +3,88±0,16°C), оскільки відносна вологість повітря корівників є нижчою (у середньому на 7,33±0,31%). Рівень кореляційного зв'язку між

рівнем стресу у корівниках і доквіллі – високий ($r=0,829\pm 0,023$).

Оптимальним варіантом є поєднання оцінки стресу на основі даних метеостанції (у той час, коли тварини перебувають на вигульових площадках) з оцінкою стресу за показниками мікроклімату (у той час, коли тварини знаходяться у приміщенні).

На основі 36 пар оцінок рівня стресу у приміщенні та навколишньому середовищі було побудовано модель прогнозування рівня стресу у корівниках, спираючись на дані метеостанції (6):

$$MK = 45,95065 + 0,422609MS, \quad (6)$$

де МК – рівень стресу в приміщенні за ТНІ, балів; 45,95065 – значення вільного члена рівняння регресії; MS – рівень стресу за даними метеостанції по індексу ТНІ, балів; 0,422609 – значення коефіцієнту регресії.

Точність прогнозу коливається у межах – 2,71...+3,07% ($R^2=0,73$). Значення критерію Дарбіна Уотсона (DW) свідчить про наявність позитивної автокореляції залишків, тобто фактична точність прогнозу є нижчою, ніж зазначена вище.

Перевірка моделі на масиві даних за період з 01.04. по 19.07. 2018 року (2640 щогодинних пар оцінок прогнозованого рівня ТНІ у приміщенні і фактичного його рівня у навколишньому середовищі) показала значно більший рівень відхилення (-48,32...+1,97), що довело недоцільність її використання. Для підвищення точності моделі потрібно проводити значну кількість вимірювань протягом тривалого періоду. Однак існують дані [13], що мікроклімат

корівника теж є неоднорідним і тому рівень теплового стресу може відрізнятися у різних його зонах. З огляду на це? побудова прогностичних моделей може використовуватися лише як інструмент попередження про появу або посилення стресу.

Для побудови точних прогностичних моделей необхідно встановлювати у приміщенні декілька датчиків для вимірювання параметрів мікроклімату, які б працювали у цілодобовому режимі.

Для подальшої оцінки впливу стресу на продуктивні і репродуктивні якості корів господарства «Асканійське», слід використовувати дані, одержані з метеостанції с.Тавричанка.

Нами запропоновано чотири кореляційно-регресійні моделі для оцінки рівня надою по кожній з продуктивних груп та поголів'ю у цілому (табл. 1). Модель побудовано на основі порівняння усередненого рівня добового надою кожної групи тварин зі значенням накопиченого рівня стресу за період з 25.04. по 19.07. 2018 року, за винятком тих днів, коли тепловий стрес не спостерігався. Усі моделі мають відносно невисоку точність як за рахунок наявності позитивної автокореляції залишків, так і широкого розмаху відхилення. Однак найгіршу точність має модель, яка розрахована по поголів'ю у цілому, тому її використання є недоцільним. Інші моделі можуть бути використані у виробничому процесі для приблизної оцінки втрач.

Таблиця 1

Рівняння моделей, які прогнозують рівень надою

Група	Кількість пар оцінок	Рівняння моделі	Розмах відхилення, %	Коефіцієнт детермінації (R^2)	Коефіцієнт регресії	Автокореляція залишків
Низкопродуктивна	69*	$H=16,03373+HPC \times -0,0192212$	-8,12;+8,84	0,584	-0,0192	+
Виробнича	70	$H=19,62256+HPC \times -0,0182925$	-8,54;+6,91	0,231	-0,0183	+
Високопродуктивна	70	$H=23,15489+HPC \times -0,0263039$	-7,49;+8,49	0,295	-0,0263	+
Поголів'я	209	$H=19,61364+HPC \times -0,0210946$	-10,0;+10,0	0,053	-0,0211	+

Примітки: * - за 19.07.2018 року дані було втрачено; H – рівень добового надою на голову, кг; HPC – накопичений рівень стресу за даними метеостанції; «+» – позитивна автокореляція.

Рівень виробничих втрат можна розрахувати, якщо помножити коефіцієнт регресії на значення накопиченого рівня стресу, тобто обчисливши другу частину рівняння моделі (табл. 2).

Таблиця 2

Втрати надою на одну голову за місяцями 2018 року

Місяць	Недоодержаний надій по групам корів, кг/гол.		
	низькопродуктивна	виробнича	високопродуктивна
Квітень	0,14	0,13	0,19
Травень	7,42	7,06	10,15
Червень	22,79	21,69	31,19
01.07...19.07.	19,27	19,26	27,69
За весь період	49,62	48,14	69,22

Рівень втрат на одну тварину був найвищим у групі високопродуктивних корів, що підтверджує думку щодо того, що тварини з високим рівнем надою є найменш теплостійкими. Переважання рівня втрат серед низькопродуктивних корів у порівнянні з середньопроодуктивними є незначним і може бути обумовлено невисокою точністю моделей або іншими факторами.

Спираючись на наведені дані, можна встановити рівень втрат надою по кожній групі і поголів'ю у цілому шляхом множення втрат надою на голову на кількість тварин у кожній групі. За літній період від поголів'я дійних корів ферми «Молоко-1» (169 голів) недоодержують 10,2 тонни молока, найбільші втрати припадають на червень (4612,3 кг) і першу половину липня (4064,5 кг). Рівень втрат по господарству «Асканійське» у цілому може бути у 2...2,5 рази більшим ніж по фермі «Молоко-1» у зв'язку з пропорційно більшою кількістю тварин у стадії лактації, що призводить до суттєвих економічних

збитків. У той же час нами відмічено наявність похибок, які можуть вплинути на точність оцінок як в менший, так і в більший бік. Тому доцільно розрахувати виробничі втрати за допомогою моделі, запропонованої N.R. St-Pierre [11].

Вона дозволяє не лише оцінити рівень втрат надою, зумовлених стресом, а й встановити кількість сухої речовини, яку тварини не будуть споживати через стрес. Зменшене споживання корму впливає на рівень вгодованості тварини і, відповідно, на здатність до секреції молока. Тому цей показник є не менш важливим, ніж втрати молочної продуктивності безпосередньо від стресу.

Рівень втрат на одну голову та на поголів'я за моделлю N.R. St-Pierre наведено нижче (табл. 3). Отже, якщо порівняти лише рівень недоодержаного надою, то модель N.R. St-Pierre оцінює розмір втрат на 38,78% більше, ніж це робить запропонована нами модель.

Таблиця 3

Втрати надою і зменшення споживання сухої речовини корму на одну голову, і поголів'я в цілому за 2018 рік (за моделлю N.R. St-Pierre)

Місяць	Втрати надою, кг		Втрати сухої речовини, кг	
	на голову	на поголів'я	на голову	на поголів'я
Квітень	0,04	7,40	0,02	3,67
Травень	7,01	1183,90	3,48	587,69
Червень	41,08	6943,14	20,39	3446,59
01.07...19.07.	35,67	6028,80	17,71	2992,71
за весь період	83,81	14 163,89	41,60	7 030,67

Якщо ж додати побічні втрати молока від недоспоживання сухої речовини (які, неможливо виразити у вигляді конкретного числа), то різниця лише збільшиться. Одержані дані підтверджують, що тепловий стрес призводить до суттєвих втрат,

однак не дають можливості встановити: яка модель є найбільш точною. Для цього нами було проведено порівняльний аналіз оцінок втрат надою, одержаних на підставі нашої та моделі N.R. St-Pierre (рис. 2).

Порівняння показує, що рівень втрат при незначному рівні стресу був дещо вищим при використанні запропонованої нами моделі, але при збільшенні сили стресу модель N.R. St-Pierre дозволяє отримати набагато вищий рівень втрат. Таким чином, побудована нами модель оцінює рівень втрат прямо пропорційно стресу, а модель N.R. St-Pierre має складніший характер зростання (нагадує геометричну прогресію).

З'ясувати причину такої відмінності можна, якщо розглянути частину формули (4) після коефіцієнту регресії – формула (7).

Вона характеризує накопичений рівень стресу, показник, для розрахунку якого нами запропоновано формулу (2):

$$D(TNI_{max} - TNI_{threshold})^2. \quad (7)$$

Результати порівняння оцінок накопиченого стресу за різних методик розрахунку наведено на рис. 3. Запропонована нами методика завищує накопичений рівень стресу у порівнянні з моделлю N.R. St-Pierre, що пов'язано з тим, що розрахунок виконується не для доби у цілому, а на рівні погодинного підрахунку, що, на наш погляд, є точнішим, якщо є такі дані.

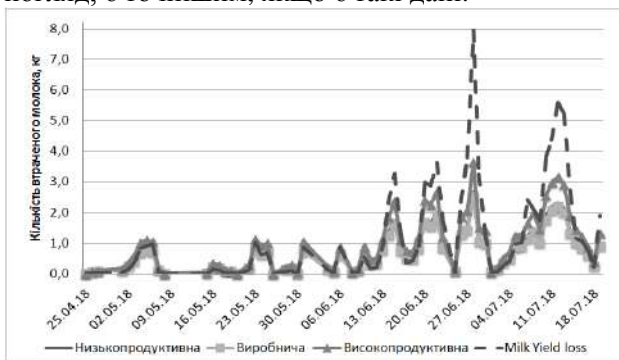


Рис. 2. Втрати на дою при використанні різних оціночних моделей (Milk Yield Loss – втрати за оцінкою моделі N.R. St-Pierre)

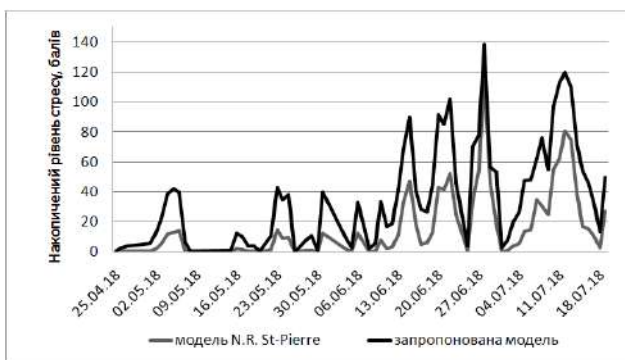


Рис. 3. Рівень накопиченого стресу за різними методиками розрахунку

Отже, вищий рівень втрат на дою, розрахований за моделлю N.R. St Pierre, у порівнянні із запропонованою моделлю можна

пояснити відмінностями у значеннях коефіцієнтів, що застосовуються у цих моделях.

Оцінки рівня втрат за 2016–2018 роки за запропонованою нами методикою і моделлю N.R. St-Pierre наведено у табл. 4.

Таблиця 4

Рівень втрат молока за 2016–2018 роки

Рік	Втрати молока, кг		Відношення рівня втрат моделі N.R. St-Pierre до запропованої, %
	Запропонована модель	Модель N.R. St-Pierre	
2016	23 695,78	40 947,96	+72,81
2017	22 125,73	37 472,96	+69,36
2018	10 206,09	14 163,89	+38,78
Всього	56 056,27	92 584,80	+65,16

Встановлено, що запропонована модель добре відповідає даним 2018 року, але у 2016–2017 роках відхилення запропонованої моделі від моделі N.R. St-Pierre значно зросло, що потребує збільшення кількості даних для створення універсальної моделі. Також проведено оцінку впливу теплового стресу на успішність осіменіння корів. Встановлено, що 42 осіменіння привели до запліднення, а 60 були невдалими. Розподіл успішних осіменінь протягом періоду дослідження мав неоднорідний характер, тому період дослідження поділено на два підперіоди. У першому підперіоді (17.05...24.07.) фактичне співвідношення успішних осіменінь до невдалих становило 22 до 10 (68,75%), а у другому підперіоді (25.07–30.09) воно становило 20 до 50 (28,57%). Порівняння середнього рівня накопиченого стресу у даних підперіодах показало, що у першому підперіоді він був у 2,33 рази нижчим (372,55 балів), ніж у другому (869,37 балів). Для доведення впливу теплового стресу на успішність проведення осіменіння нами запропоновано логістичну модель прогнозування успішності осіменіння залежно від значення накопиченого рівня стресу за 21 денний період, включаючи день, коли проведено осіменіння. Модель дає можливість оцінити вірогідність успішного осіменіння від «0» до «1», де «0» – запліднення не відбудеться, «1» – запліднення відбудеться. Для побудови логістичної моделі значення рівня накопиченого стресу було згруповано у класи і визначено частоту успішності осіменіння для відповідного класу (табл.5). Установлено, що зростання накопиченого рівня стресу призводить до зменшення вірогідності успішного осіменіння (рис. 4).

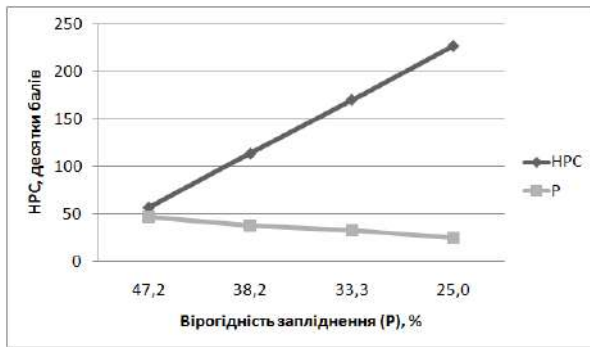


Рис. 4. Вірогідність запліднення залежно від зростання накопиченого рівня стресу
(Значення HPC наведено у десятках балів, щоб мати змогу чітко відобразити зростання рівня стресу і зменшення вірогідності запліднення)*

Осіменіння, що не привело до запліднення, сприяє подовженню сервіс-періоду. Модель N.R. St-Pierre дозволяє розрахувати витрати, пов'язані з подовженням сервіс-періоду, спричинені стресом.

За літній період (2016–2017 роки) сервіс-період кожної дійної корови подовжився у середньому на 20,56 дня. У перерахунку на все поголів'я господарства сервіс-період був подовжений на 2116,1 днів.

Таблиця 5

Класи накопиченого рівня стресу (HPC) і відповідна частота успішності осіменіння (Ні)

Клас	Розмах HPC у межах класу, балів	Кількість успішних осіменінь, шт.	Кількість невдалих осіменінь, шт.	Всього осіменінь, шт.	Ні, %
Слабкий	0,31-567,67	25	28	53	47,17
Середній	567,68-1135,35	13	21	34	38,24
Сильний	1135,36-1703,02	1	2	3	33,33
Дуже сильний	1703,03-2270,69	3	9	12	25,0

Висновки і перспективи подальших досліджень. Для оцінки рівня теплового стресу у господарстві необхідно поєднувати оцінку за даними метеостанції з оцінкою за даними мікроклімату.

Прогностична модель для оцінки рівня стресу у корівнику потребує великої кількості вимірювань протягом тривалого періоду часу, а для цього слід встановити декілька датчиків для цілодобового вимірювання параметрів мікроклімату.

Розроблені моделі оцінки впливу теплового стресу на рівень надою корів можуть бути використані для встановлення економічної доцільності застосування заходів протидії тепловому стресу. Їх точність є відносно низькою і вони придатні для відносно точної оцінки збитків лише за той період, за який були побудовані, при необхідності прогнозування рівня втрат точність запропонованих моделей знижується, але задовольняє вимогам приблизної оцінки.

Установлена залежність між накопиченим рівнем стресу і успішністю осіменіння дозволить знизити затрати на заходи протидії тепловому стресу, оскільки незначний стрес (до 567 балів) майже не впливає на вірогідність запліднення і тому заходи протидії при слабкому стресі можна не застосовувати.

Таким чином, не зважаючи на ряд недоліків побудованих моделей, запропонований метод можна використовувати для приблизної оцінки втрат від стресу і подальшого обґрунтування впровадження заходів протидії тепловому стресу.

У подальших дослідженнях необхідно провести оцінку впливу теплового стресу на дійних корів інших господарств півдня України. На особливу увагу заслуговує торговий дім «Долинське», де утримуються тварини голштинської і чорно-рябої молочної порід та їх помісі, що дає змогу детальніше вивчити зв'язок між теплостійкістю і рівнем продуктивності корів.

Список використаних джерел:

1. A glossary for biometeorology / S.N. Gosling та ін. // International journal of biometeorology. 2014. № 58 (2). С.277-308 URL: <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0729-9>
2. Dickinson R.E., Cicerone R.J. Future global warming from atmospheric trace gases // Nature. 1986. № 319. С.109-115 URL: <https://doi.org/10.1038/319109a0>

3. West J.W. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle // Journal of dairy science. 2003. № 86 (6). С.2131-2144 URL: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)
4. Key N., Sneeringer S., Marquardt D. Climate Change, Heat Stress, and U.S. Dairy Production. Washington: U.S. Department of Agriculture (USDA) - Economic Research Service (ERS), 2014. 45 с. URL: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2506668>
5. Пасечко Д.Д., Нежлукченко Т.І. Тепловий стрес: виявлення, попередження, вплив на молочні породи великої рогатої худоби (огляд) // Таврійський науковий вісник. 2018. № 100. С.167-174 URL: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/100_2018/part_2/26.pdf
6. Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems / K. Brügemann та ін. // Archives Animal Breeding. 2012. № 55. С.13-24 URL: <https://doi.org/10.5194/aab-55-13-2012>
7. Schüller L.K., Burfeind O., Heuwieser W. Effect of short-and long-term heat stress on the conception risk of dairy cows under natural service and artificial insemination breeding programs // Journal of dairy science. 2016. № 99 (4). С.2996-3002 URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10080>
8. Future climate change and its influence on milk production of holstein cattle maintained in the Nile delta of Egypt / R.R. Sadek та ін. // Egyptian journal of animal production. 2015. № 52 (3). С.179-184.
9. Bohmanova J., Mísztal I., Cole J.B. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress // Journal of dairy science. 2007. № 90 (4). С.1947-1956 URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>
10. Здрок В.В., Лагоцький Т.Я. Економетрія: підручник. Київ: Знання, 2010. 541 с.
11. St-Pierre N.R., Cobanov B., Schnitkey G. Economic losses from heat stress by US livestock industries // Journal of dairy science. 2003. № 86, Supplement. С.52-77 URL: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)
12. Schüller L.K., Burfeind O., Heuwieser W. Short communication: Comparison of ambient temperature, relative humidity, and temperature-humidity index between on farm measurement and official meteorological data // Journal of dairy science. 2013. № 96 (12). С.7731-7738 URL: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6736>
13. Herbut P., Angrecka S. Forecasting Heat Stress in Dairy Cattle in Selected Barn Zones with the Help of Thi and Thiadj Indexes // Annals of Animal Science. 2013. № 13 (4). С.837-848 URL: <https://doi.org/10.2478/aoas-2013-0029>

Д.-В. Д. Пасечко, В. Г. Кушнеренко, Л. М. Дашевська. Использование корреляционно-регрессионных и логистических моделей для оценки потерь молочного скотоводства от теплового стресса

В статье представлены результаты оценки продуктивных и репродуктивных потерь коров, вызванных воздействием теплового стресса, путем построения парных линейных корреляционно-регрессионных и логистической моделей. Установлено, что модели имеют значительный уровень погрешности, поскольку не учитывают других факторов, которые воздействуют на исследуемые показатели. Тем не менее, данный метод может использоваться при изучении теплового стресса в скотоводстве для приблизительной оценки экономических потерь и обоснования методов противодействия стрессу.

Ключевые слова: тепловой стресс, моделирование, молочное скотоводство, удои, осеменение.

D.-V. Pasiechko, V. Kushnerenko, L. Dashevska. Use of correlation, regression and logistic models for the losses estimation of dairy industry from the heat stress

The article presents results of estimation of productive and reproductive losses of cows during heat stress conditions, using paired linear correlation, regression and logistic modeling. It is established, that models have high level of statistical error, because they don't consider other factors, which have an influence on investigated indicators. Nonetheless, this method can be used during research of heat stress in dairy industry for a rough estimation of economic losses and for justification of stress preventive methods.

Keywords: heat stress, modeling, dairy industry, milk yield, insemination.