

Дослідження залежності між температурою молока та температурою навколишнього повітря для побудови системи підтримки прийняття рішень про фізіологічний стан лактуючих корів

В статті встановлено наявність впливу температури навколишнього повітря на температуру тіла та молока лактуючих корів. Проведено розрахунки коефіцієнтів кореляції між температурою навколишнього повітря та температурою молока на основі чотирьох досліджень з метою подальшого використання результатів для побудови системи підтримки прийняття рішень про фізіологічний стан лактуючих корів. Встановлено позитивну кореляцію та високу ступінь лінійної залежності цих параметрів.

фізіологічний стан, температура молока, температура навколишнього повітря, система підтримки прийняття рішень, коефіцієнт кореляції

Розвиток сучасних технологій виробництва продукції тваринництва неможливий без контролю якості виконання будь-якого технологічного процесу, фізіологічного стану тварин та умов навколишнього середовища.

Індикатором фізіологічного стану тварини є, перш за все, температура тіла [1], яка для здорових корів становить 38,3...38,9°C [2]. Постійний рівень температури тіла може бути порушений через умови навколишнього середовища, найбільший вплив з яких має температура повітря [3], що в оптимальному випадку дорівнює 0...+15°C [4]. Якщо температура навколишнього повітря перевищує +15°C, це призводить до підвищення температури тіла [1, 4], що, в свою чергу, призводить до зменшення надоїв молока [5]. Під впливом високих температур у корів менш помітно протікає стан статевої охоти, як наслідок – складність її виявлення [6].

Недоліком систем контролю фізіологічного стану корів на основі показань температури тіла [7...9] є наявність помилок від джерел вимірювання. Тому в якості індикатора температури тіла тварини використовують температуру молока [5, 10...12], яка для здорових корів в термонеутральному середовищі становить ~ 38.6°C [13, 14].

Розробці систем діагностики фізіологічного стану тварин за температурою молока присвячені дослідження багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених [13, 15, 16, 17], в яких обґрунтовано принципи діагностики маститу та стану статевої охоти у лактуючих корів. Однак, вони не враховують вплив температури навколишнього повітря, що, в багатьох випадках, призводить до постановки хибного діагнозу.

Задача даного дослідження - встановлення статистичної залежності між температурою навколишнього повітря та температурою молока лактуючих корів, а також визначення сили та направленості цієї залежності з метою підвищення точності діагностики при подальшому використанні отриманих результатів для побудови системи підтримки прийняття рішень про фізіологічний стан лактуючих корів.

Важливість вирішення поставленої задачі доводить дослідження [18], мета якого - вимірювання температури молока корів голштинської та джерсейської порід на протязі двох періодів: *Жаркого* (2 квітня-21 липня), під час якого температура навколишнього повітря становила 22,5...34,5°C та *Прохолодного* (28 квітня-2 квітня), під час якого температура навколишнього повітря становила 18...29,5°C. За результатами експерименту, що наведені в таблиці 1, встановлено, що температура молока підвищена на протязі *Жаркого періоду* та нормальна на протязі *Прохолодного періоду*, тобто має очевидну залежність від температури навколишнього повітря.

Таблиця 1 – Значення температури молока корів в дослідженні [18]

Порода	Період	Кількість спостережень	Час доїння	
			Ранок	Вечір
Температура молока, °C				
Голштинська	Прохолодний	792	38,8	38,9
	Жаркий	1078	39,3	39,4
Джерсейська	Прохолодний	288	38,5	38,5
	Жаркий	392	39,1	39,2

Ці результати підтверджуються дослідженням [5]. Зміна температури навколишнього повітря на протязі експериментального періоду дослідження [5] представлена на рисунку 1. Виділено 2 періоди: *Прохолодний* та *Жаркий*.

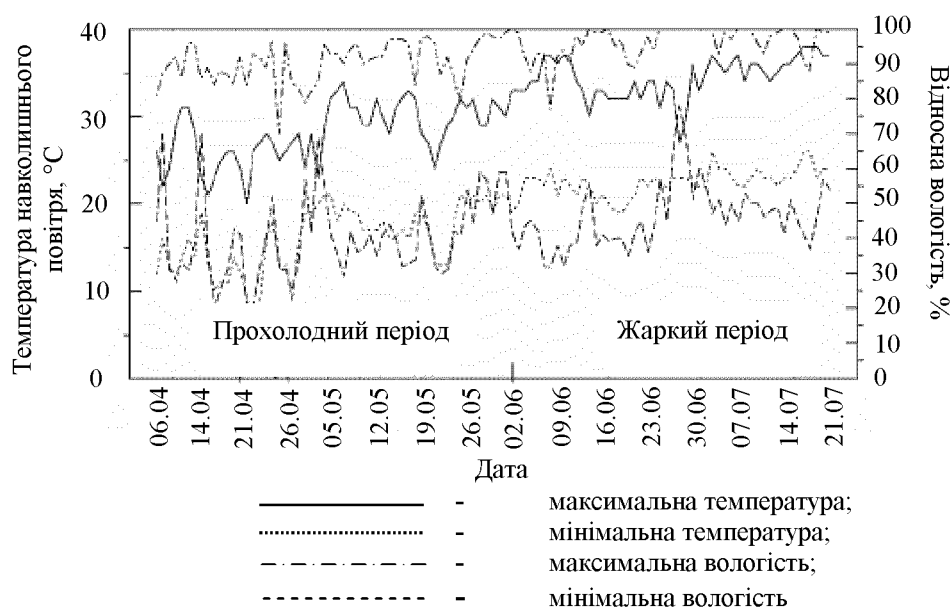


Рисунок 1 – Температура навколишнього повітря та відносна вологість на протязі дослідження [5]

На протязі *Прохолодного періоду* підвищення температури молока тварин не було виявлено, вона становила 38,6...38,8°C під час ранішнього і вечірнього доїнь відповідно (таблиця 2). Температура молока підвищилася під час *Жаркого періоду* (таблиця 2) і становила, в середньому, 39,1°C та 39,3°C під час ранішнього і вечірнього доїнь відповідно.

Таблиця 2 – Вплив навколишнього повітря на температуру молока лактуючих корів у дослідженні [5]

Час доби	Температура молока, °С			
	Прохолодний період		Жаркий період	
	Min	Max	Min	Max
Ранок	38,6	38,8	39,0	39,3
Вечір	38,6	38,8	39,0	39,6

Встановивши очевидну залежність між температурою навколишнього повітря та температурою молока лактуючих корів на основі вищенаведених досліджень, визначимо її характер та числове вираження. Для цього проведено чотири дослідження.

Дослідження 1. Присвячене визначенню впливу температури навколишнього повітря на високопродуктивних корів [18]. Дослідження проводилося на протязі п'яти місяців. Вплив кожної з наведених температур на тварину спостерігався на протязі 5-10 днів. Вимірювання температури проводилося двічі на день. Кормовий раціон – стандартний, можливість напування – необмежена. Результати дослідження наведені в таблиці 3 та зображені на рисунку 2.

Таблиця 3 – Вплив зміни температури навколишнього повітря на температуру молока в дослідженні 1

Температура навколишнього повітря θ , °С	4,4	10	15,6	21	26,7	29,4	32,2	35	37,8
Температура молока T , °С	38.45	38.45	38.45	38.65	38.95	39.15	39.45	39.95	40.75

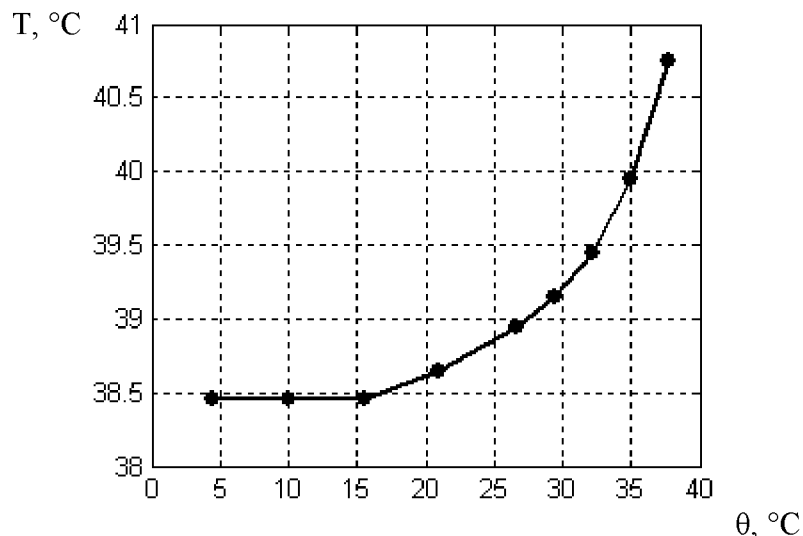


Рисунок 2 – Графік залежності температури молока від температури навколишнього повітря в дослідженні 1

Дослідження 2. Демонструє вплив літніх температур на 28-ми молодих телиць віком 11...17 місяців та 27 високопродуктивних лактуючих корів голштинської породи з тривалістю лактації 14 тижнів [6]. Дані для останніх наведені в таблиці 4 та зображені на рисунку 3.

Таблиця 4 - Вплив зміни температури навколишнього повітря на температуру молока в дослідженні 2

Температура навколишнього повітря θ , °C	20	22	26	28	30	32	34
Температура молока T , °C	38.85	39.05	39.3	39.45	39.73	39.95	40.15

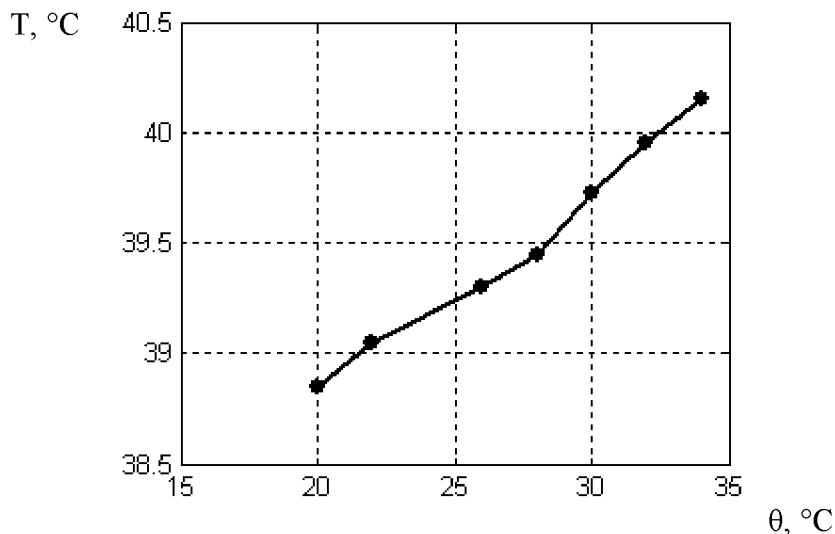


Рисунок 3 – Графік залежності температури молока від температури навколишнього повітря в дослідженні 2

Дослідження 3. Досліджено вплив літньої температури повітря на фізіологічні показники 66-ти лактуючих корів за двох умов: 1) з додатковим охолодженням тварин за допомогою затінь, омивання та напування їх прохолодною водою; 2) без додаткового охолодження тварин. Результати за другої умови наведені в таблиці 5 та зображені на рисунку 4. Середні температури повітря на протязі дослідного періоду становили: мінімальна - 26°C о 07:00 годині ранку і 19:00 годині вечора та максимальна - 32°C о 13:00 годині дня [19].

Таблиця 5 - Вплив зміни температури навколишнього повітря на температуру молока в дослідженні 3

Температура навколишнього повітря θ , °C	26	28	29.5	30	31.5	32
Температура молока T , °C	38.65	38.75	39.25	39.15	39.25	39.45

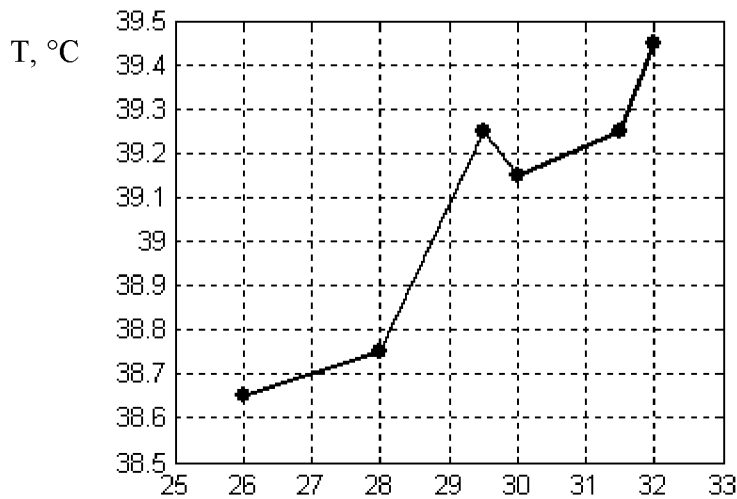


Рисунок 4 – Графік залежності температури молока від температури навколишнього повітря в дослідженні 3

Дослідження 4. Встановлено вплив температури навколишнього повітря на корів європейської та індійської зон проживання [4]. Результати для першої з них наведені в таблиці 6 та зображені на рисунку 5.

Таблиця 6 – Вплив зміни температури навколишнього повітря на температуру молока в дослідженні 4

Температура навколишнього повітря θ , °C	10	15,6	21,1	26,7	32,2	37,8	38,9	40,6
Температура молока T , °C	38,55	38,55	38,65	38,75	39,85	41,25	41,55	42,16

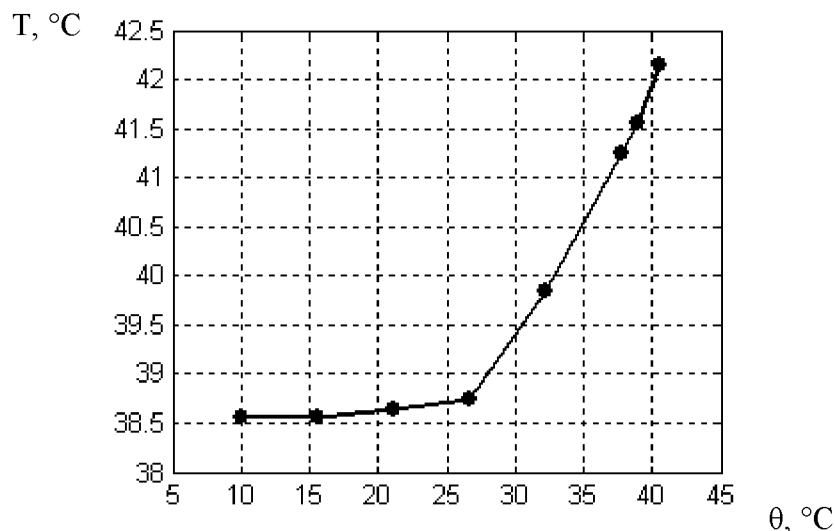


Рисунок 5 – Графік залежності температури молока від температури навколишнього повітря в дослідженні 4

В якості критерію кількісної оцінки залежності між змінними «температура навколишнього повітря» - «температура молока» прийнято *коефіцієнт кореляції* (міру зв'язаності). Ці змінні будуть корелювати між собою позитивно, якщо між ними існує пряме, однонаправлене співвідношення. При однонаправленому співвідношенні малі

значення однієї змінної відповідають малим значенням іншої змінної, великі значення - великим. Значення коефіцієнту кореляції завжди лежить в діапазоні від -1 до +1 [20].

Для визначення коефіцієнтів кореляції застосовуємо формулу (1) [21]:

$$r_i = \frac{\sum(\theta_{in} - \bar{\theta}_i)(T_{in} - \bar{T}_i)}{\sqrt{\sum(\theta_{in} - \bar{\theta}_i)^2 \sum(T_{in} - \bar{T}_i)^2}}, \quad (1)$$

$$\text{де } \bar{\theta}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \theta_j;$$

$$\bar{T}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_j;$$

$i=1 \dots 4$ - номер дослідження;

$j=1 \dots n$, n – кількість вимірів в i -му дослідженні.

Обчислені коефіцієнти кореляції між значеннями температури навколишнього повітря та температурою молока для чотирьох вищенаведених досліджень зведені в таблицю 7.

Таблиця 7 – Коефіцієнти кореляції між значеннями температури навколишнього повітря та температурою молока для досліджень 1-4

Номер дослідження i	1	2	3	4
Коефіцієнт кореляції r_i	0,8648	0,9919	0,9397	0,908

Описання величин коефіцієнта кореляції здійснюється згідно таблиці 8 [20].

Таблиця 8 - Описання величин коефіцієнта кореляції

Значення коефіцієнта кореляції r_i	Інтерпритація
$0 < r_i \leq 0,2$	Дуже слабка кореляція
$0,2 < r_i \leq 0,5$	Слабка кореляція
$0,5 < r_i \leq 0,7$	Середня кореляція
$0,7 < r_i \leq 0,9$	Сильна кореляція
$0,9 < r_i \leq 1$	Дуже сильна кореляція

По даним таблиці можна зробити висновок, що кореляція між параметрами, в більшості випадків, дуже сильна.

Таким чином, в результаті проведених досліджень виконано поставлену задачу - встановлено факт існування статистичної залежності між температурою навколишнього повітря та температурою молока лактуючих корів, а також визначено силу та направленість цієї залежності: ці змінні корелюють між собою позитивно, так як між ними існує пряме, однонаправлене співвідношення. Близькість коефіцієнтів кореляції до одиниці вказує на високу ступінь лінійної залежності цих параметрів.

Результати даного дослідження отримані з метою подальшого використання при побудові системи підтримки прийняття рішень про фізіологічний стан лактуючих корів, що може бути застосована у доїльних установках усіх типів на молочних підприємствах всіх форм власності.

Список літератури

1. Клиническая диагностика внутренних незаразных болезней животных/ А.М. Смирнов и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 511 с.
2. Regan W.M., Richardson G.A. Reactions of the dairy cow to changes in environmental temperature// Journal of animal science. – 1937. – № 21 (2). – P. 73-79.
3. Legates J.E., Farthing B.R., Casady R.B., Barrada M.S. Body temperature and respiratory rate of lactating dairy cattle under field and chamber conditions// Journal of Dairy Science. – 1991. – № 74. – P. 2491-2500.
4. Brody S. Climatic physiology of cattle// Journal of Dairy Science. – 1956. – № 39. – P. 715-725.
5. West J.W., Hill G.M., Fernandez J.M., Mandebuv P., Mullinix B.G.. Effects of dietary fiber on intake, milk yield, and digestion by lactating dairy cows during cool or hot, humid weather// Journal of Dairy Science. – 1999. – № 82. – P. 2455-2465.
6. Sartori R., Sartor-Bergfelt R., Mertens S. A., Guenther J. N., Parrish J. J., Wiltbank M. C. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter// Journal of Dairy Science. – 2002. - Vol. 85. - № 11. – P. 2803-2812.
7. Lefcourt A.M., Bitman J., Wood D.L., Stroud B. Radiotelemetry system for continuously monitoring temperature in cows// Journal of Dairy Science. – 1986. – № 69. – P. 237-242.
8. Scott S., Kennedy A., Lacombe S. Development of an early detection method for mastitis using infrared thermography//ARDI Project № 00-404. – 2003.
9. Bitman J., Lefcourt A., Wood D.L., Stroud B. Circadian and ultradian rhythms of lactating dairy cows// Journal of Dairy Science. – 1984. – № 67. – P. 1014-1023.
10. Igono M.O., Johnson H.D. Steevens B.J., Krause G.F., Shanklin M.D. Physiological, productive and economic benefits of shade, spray and fan system versus shage for Holstein cows during summer heat// Journal of Dairy Science. – 1987. – № 70. – P. 1069-1079.
11. West J.W., Mullinix B.G., Johnson J.C.Jr, Ash K.A., Taylor V.N. Effect of bovine somatotropin on dry matter intake, milk yield, and body temperature in Holstein and Jersej cows heat stress// Journal of Dairy Science. – 1990. – № 73. – P. 2896-2906.
12. Hetzel D.J.S., Bennett I.L., Holmes C.R., Encarnacao R.O., Mackinon M.J. Description and evatuation of a telemetry system for measuring body temperature in cattle// Journal of Agriculture Science (Camb). – 1988. – № 110. – P. 233-238.
13. Oestrus detection in dairy cows by milk temperature measurement// Res Vet Science. – 1988. – № 44(3). – P. 366-374.
14. West J. W., Mullinix B. G. and Bernard J. K. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows// J. Dairy Sci. - 2003. - № 86. – P. 232-242.
15. А.с № 1790878 СССР мки. А 01 J 7/00, 1989 . Система діагностики функціонального стану корови фізіологічного стану лактуючих корів по температурі молока.
16. Fordham D.P., McCarthy T.T., Rowlinson P. An evaluation of milk temperature measurement for detecting oestrus in dairy cattle. II. Variations in body and milk temperature associated with oestrus// Veterinary Research Communications. – 1987. - № 11. – P. 381-391.
17. Caruolo E.V., Jarman R.F., Rosen M.B., Mochrie R.D. Mammary quarter milk temperatures, somatic cell concentrations and rectal temperature relationships// Journal of Dairy Science. – 1982. – № 65. – P. 191.
18. Regan W.M., Richardson G.A. Reactions of the dairy cow to changes in environmental temperature// Journal of dairy science. – 1938. – № 21. – P. 73-79.
19. Her E., Wolfenson D., Flamenbaum I., Folman Y., Kaim M., Berman A. Thermal, productive, and reproductive responses of high yielding cows exposed to short-term cooling in summer// Journal of Dairy Science. – 1988. – № 71. – P. 1085-1092.
20. www.spssbase.com.
21. www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/corr2.html.

С. Осадчий, Ю. Версаль

Исследование зависимости между температурой молока и температурой окружающего воздуха для построения системы поддержки принятия решений о физиологическом состоянии лактирующих коров

В статье установлено наличие влияния температуры окружающего воздуха на температуру тела и молока лактирующих коров. Проведены расчеты коэффициентов корреляции между температурой окружающего воздуха и температурой молока на основании четырех исследований с целью дальнейшего использования результатов для построения системы поддержки принятия решений о физиологическом состоянии лактирующих коров. Установлена позитивная корреляция и высокая степень линейной зависимости этих параметров.

S. Osadchy, J. Versal

Milk temperature and air temperature correlation research for decision-making support system about lactating cows physiological state construction

In article air temperature influence presence on lactating cows body and milk temperature is established. Correlation coefficients calculations between air temperature and milk temperature are lead on the base of four researches with the purpose of further results using for decision-making support system about lactating cows physiological state construction. Positive correlation and a high degree of linear dependence of these parameters are established.

Одержано 24.11.09