



KAPITEL 5 / CHAPTER 5⁵
**SELECTION-BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES IN SOLVING
PROBLEMS OF DAIRY CATTLE REPRODUCTION UNDER CONDITIONS
OF HEAT STRESS**

DOI: 10.30890/2709-2313.2024-35-00-015

Вступ

Однією з проблем молочного тваринництва, що завдає відчутних економічних втрат, є тепловий стрес, що виникає під час впливу на тварин високої температури навколишнього середовища в теплу пору року в сукупності з підвищеною або, навпаки, дуже низькою вологістю. Тепловий стрес — це результат дисбалансу між припливом тепла з навколишнього середовища та виділенням тепла організмом. Він призводить до зниження споживання тваринами сухої речовини, що негативно позначається на надоях та відтворній функції [1,5].

Інтенсивне ведення тваринництва насамперед пов'язане з високим рівнем відтворення, без чого не можна забезпечити тваринницькі ферми та комплекси необхідною кількістю поголів'я. У зв'язку з цим зростає роль чіткої організації питань, пов'язаних із відтворенням, профілактикою та ліквідацією безпліддя маточного поголів'я як у корів, так і у ремонтних телиць [2].

Основною причиною зниження фертильності у тварин є порушення метаболічних процесів, що в першу чергу супроводжується дисфункційним розладом гонад та виникненням запальних захворювань матки, які реєструються в основному у післяпологовий період. При цьому сільськогосподарські підприємства несуть величезні економічні витрати, пов'язані з передчасним вибракуванням тварин [6].

Сучасні технології експлуатації тварин, що полягають в інтенсивному використанні корів з метою постійного збільшення рівня продуктивності, а також неблагополуччя екологічної обстановки, ослаблений контроль, недостатня

⁵*Authors: Pryshedko Volodymyr*

Number of characters: 71546

Author's sheets: 1,78



матеріальна зацікавленість та інші фактори негативно впливають на відтворювальну функцію маточного поголів'я [16,20]. У зв'язку з цим проблема незадовільного стану відтворення стада торкнулася практично всіх господарств незалежно від рівня продуктивності, але, в першу чергу, вона вплинула на високопродуктивних тварин.

Під час вибору напряму дослідження для пошуку шляхів вирішення проблеми ми враховували пріоритетний тематичний напрям наукових досліджень і науково-технічних розробок – «Біотехнологічні та генетичні методи і технології селекції, розведення, вирощування та промислової переробки тварин і птиці для отримання високоякісної та безпечної продукції» передбачений постановою Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 № 942 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2023 року» [44], що зумовлено постійним зростанням ролі сучасних біотехнологічних та селекційних методів у вирішенні актуальних проблем тваринництва.

Розробка і впровадження біотехнологічних методів відтворення в тваринництві є одним з провідних напрямків науково-технічного прогресу і займає ключову позицію в економіці розвинених країн світу. На сьогоднішній момент біотехнології набувають все більш важливу роль у підвищенні рентабельності тваринництва [7,41].

Нині втручання людини в процес розмноження тварин призвело до впровадження таких біотехнологічних методів, як штучне осіменіння з використанням кращих плідників поліпшувачів оцінених за комплексом важливих господарсько корисних ознак зокрема і методами геномної оцінки, гормональна регуляція відтворної функції маток, використання сексованої сперми плідників з отриманням тварин бажаної статі, трансплантації ембріонів, тривалого зберігання сперми та ембріонів, тощо [42]. Це дозволяє вирішити ряд проблем, пов'язаних з подоланням безпліддя, профілактикою захворювань, збереженням видів і порід, селекційним процесом, що має мету отримання тварин з новими продуктивними властивостями і підвищення продуктивності



сільськогосподарських тварин. Тому, актуальним є дослідження ролі біотехнологічних методів у вирішенні проблем відтворення стада та ефективності виробництва молока викликаних кліматичним стресом в умовах сучасних промислових молочних тваринницьких комплексів.

5.1. Відтворювальні здібності корів залежно від рівня молочної продуктивності

Невідкладна проблема тваринництва — послідовна інтенсифікація та підвищення ефективності молочного скотарства, де основним шляхом збільшення виробництва молока стає підвищення продуктивності корів, що неможливо без оптимізації процесів відтворення. Для підвищення продуктивності великої рогатої худоби важливим є вивчення фізіологічних можливостей репродуктивної системи високопродуктивних корів.

Дослідження останніх років [20] свідчать, що у високопродуктивних корів голштинської породи спостерігаються проблеми відтворення та скорочення тривалості продуктивного використання. Порушення відтворювальної функції корів у високопродуктивних стадах становить одну з основних проблем, що стримують подальше виробництво молока та рентабельність молочного скотарства загалом .

Виходячи з цього, ми вивчили репродуктивний статус корів у зв'язку з їх рівнем молочної продуктивності.

Дослідження проведені на поголів'ї корів голштинської породи в умовах приватного сільськогосподарського підприємства «Фортуна» Ічнянського району Чернігівської області. У господарстві впроваджено ефективну технологію годівлі, яка забезпечує стабільне живлення корів протягом усього року. Основу раціону складають силос, комбікорми, сіно, а також макро- та мікродобавки, що забезпечують збалансованість раціонів за всіма основними поживними речовинами. Такий підхід дозволяє задовольняти потреби корів



залежно від їхнього віку, фізіологічного стану та рівня продуктивності. Роздача кормів здійснюється двічі на добу, що сприяє рівномірному забезпеченню поживними речовинами протягом дня.

Результати проведених нами досліджень показують, що і за інтенсивної технології виробництва молока при створенні відповідних умов утримання та годівлі можна поєднувати високу молочну продуктивність та нормальну плодючість голштинських корів.

Аналіз відтворних якостей стада показав, що оптимальним віком для запліднення телиць є 12–13 місяців, за умови досягнення ними живої маси 360–380 кг. Середня тривалість тільності становить 282 дні. Перше отелення, як правило, відбувається у віці 23–24 місяців, що забезпечує ранній початок продуктивного періоду. Тривалість використання корів у стаді становить у середньому 3–4 лактації, однак окремі особини демонструють високу продуктивність і експлуатуються протягом тривалішого періоду, що сприяє ефективнішому використанню ресурсу поголів'я.

Однак, аналізом комплексу показників у середині стада виявлено негативний взаємозв'язок між високим рівнем надою та основними показниками плодючості – інтервалами між отеленнями, періодом від отелення до запліднення, запліднюваністю та індексом осіменіння корів (рисунки 1-3).

Встановлено, що оптимальні показники відтворювальної функції корів мали тварини з середнім рівнем продуктивності. Межею продуктивності, з перевищенням якої у корів погіршувалися параметри репродуктивної функції, у наших дослідженнях було 6500-7000 кг молока. Проте ці межі широко варіюють і залежать, очевидно, від індивідуальних особливостей тварин.

Таким чином, наші дослідження показали, що на комплексі з промисловою технологією виробництва молока, як і за традиційної технології, у середині стада спостерігається зниження показників відтворювальної функції при підвищенні продуктивності корів. У цьому зв'язку поліпшення репродуктивної функції високопродуктивних корів є значним резервом покращення відтворення стада, а також подальшого підвищення молочної продуктивності.



Але для того, щоб розробити заходи щодо оптимізації відтворення високопродуктивних тварин, необхідно з'ясувати, на якому етапі складного циклу відтворювальної функції відбувається зниження її параметрів та одночасно встановити причини цього явища.

Дослідження перебігу післяродового періоду у корів показали, що з підвищенням рівня молочної продуктивності зростає частота патологій в цей період. А це, в свою чергу, закономірно призводить до подовження термінів від отелення до першого осіменіння, що знижує такі показники відтворення, як період від отелення до плідного осіменіння та інтервал між суміжними отеленнями. У корів з порушеннями протягом післяродового періоду була нижча запліднюваність від першого осіменіння і вищий індекс осіменіння.

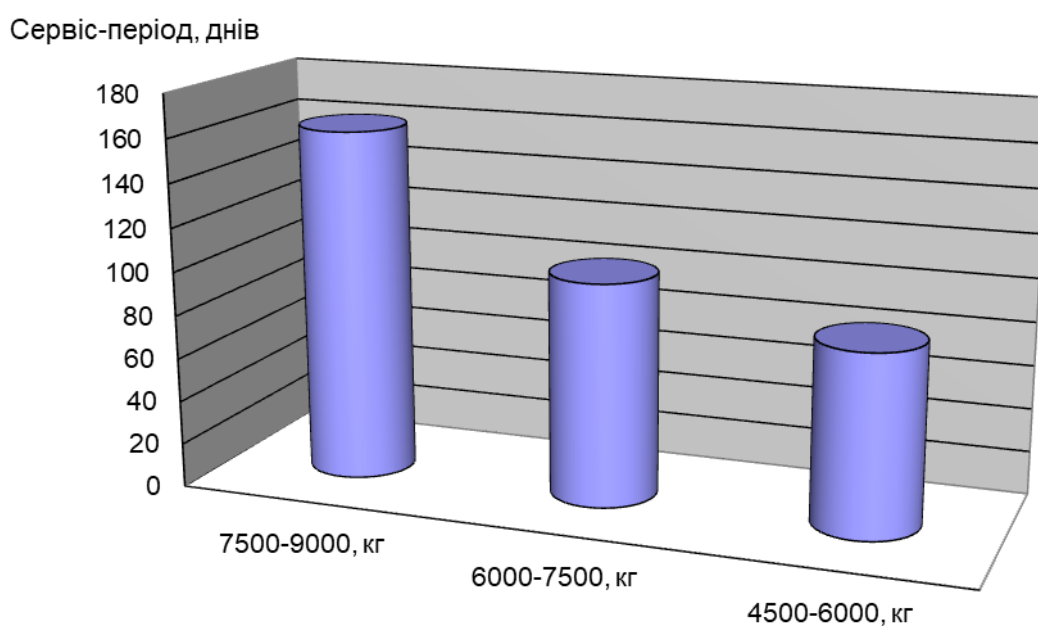


Рисунок 1 - Тривалість сервіс-періоду у корів залежно від рівня продуктивності

Джерело: [авторська розробка]

Аналіз причин зниження репродуктивної функції та збільшення частоти патології післяпологового періоду у високопродуктивних корів показав, що в основі цих процесів лежать порушення обміну речовин. Існування значних проблем відтворення у високопродуктивних стадах незважаючи на сувору



збалансованість раціонів за існуючими нормами свідчить про те, що рівень годівлі не завжди є причиною низьких показників репродуктивної функції корів, оскільки і в стадах з добрими умовами утримання і годівлі у частини тварин відзначається великий інтервал між отеленням та відновленням статевої циклічності, що призводить до подовження термінів між отеленням та наступним заплідненням.

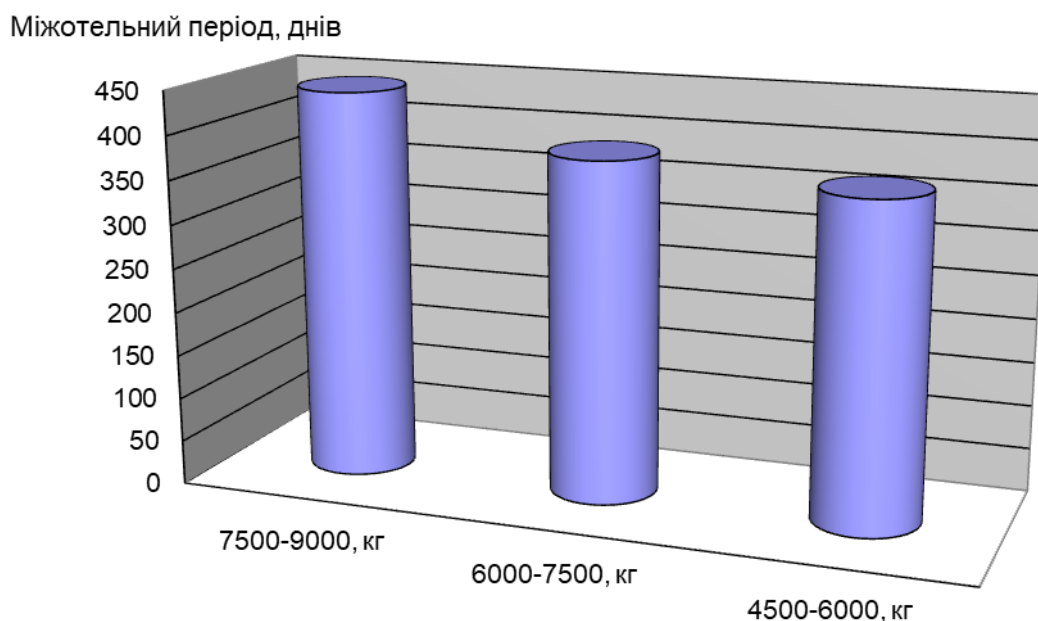


Рисунок 2 - Тривалість міжотельного періоду у корів залежно від рівня продуктивності

Джерело: [авторська розробка]

Отримані нами результати досліджень відображають загальні тенденції, які простежуються у працях багатьох вчених, що вказують на антагоністичний зв'язок між молочною продуктивністю та відтворювальною функцією [2,19,20]. Науковці повідомляють, що у корів із молочною продуктивністю понад 7000 кг спостерігається зниження відтворювальної здатності за всіма показниками порівняно з тваринами, у яких надої становлять до 4000-5000 кг молока за лактацію, що підтверджується негативним кореляційним зв'язком між удоєм і запліднюваністю. Існує концепція, згідно з якою висока молочна продуктивність корів негативно впливає на їхню естральну поведінку, але не на відновлення



функції яєчників після отелення. Ця концепція має один недолік, суть якого полягає в тому, що естральна поведінка корів залежить від рівня естрогенів у крові, які продукують фолікули, що ростуть, діаметром більше 0,5 мм. Тому очевидно, що первинне значення має відновлення функції яєчників після отелення, на яке впливає молочна продуктивність.

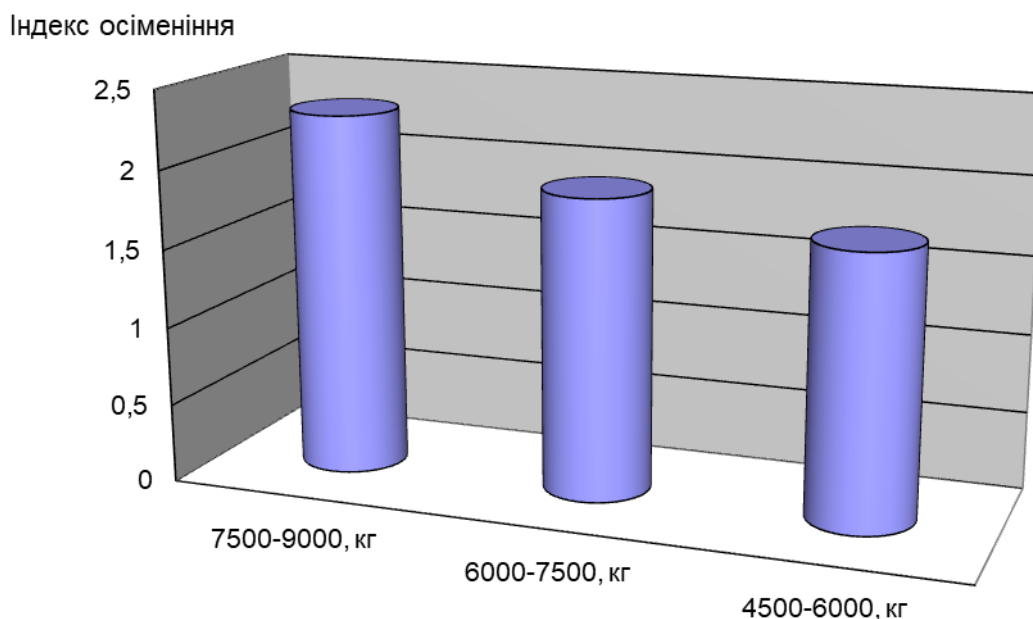


Рисунок 3 - Індекс осіменіння у корів залежно від рівня продуктивності

Джерело: [авторська розробка]

Тобто, якщо рівень годівлі і умови утримання у високотехнологічних підприємствах, що утримують високопродуктивних тварин забезпечені на належному рівні, то потрібно з'ясувати інші причини, які можуть впливати на обмін речовин і відтворювальну функцію маточного поголів'я.

Як відомо [6,26], сучасні технології експлуатації тварин, що полягають в інтенсивному використанні корів з метою постійного збільшення рівня продуктивності, а також неблагополуччя екологічної обстановки, ослаблений контроль, недостатня матеріальна зацікавленість та інші фактори викликають стрес у тварин, що є загальною неспецифічною реакцією організму на вплив зовнішнього середовища. А в останніх дослідженнях все частіше вчені звертають увагу на глобальне потепління, яке тягне за собою відповідні зміни кліматичних



умов, що негативно позначається на здоров'ї і продуктивності тварин [37,38,41].

Висока температура навколишнього середовища призводить до теплового стресу у великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності. Негативний вплив на організм корів насамперед проявляється зниженням продуктивної функції: зменшується ефективність запліднення, зростає тривалість сервіс-періоду. Яєчники тварин зменшені у розмірах, щільної консистенції, фолікули відсутні – такі клінічні прояви відповідають гіпофункції яєчників.

У зв'язку з цим проблема незадовільного стану відтворення стада торкнулася практично всіх господарств незалежно від рівня продуктивності, але, в першу чергу, вона яскраво відокремилася у високопродуктивних тварин. Тому подальші наші дослідження були спрямовані на з'ясування стану відтворення маточного поголів'я голштинської породи залежно від рівня продуктивності в умовах теплового стресу в літній період року задля розробки заходів щодо поліпшення відтворних та продуктивних якостей тварин.

5.2. Вплив кліматичного стресу на відтворні якості корів різної продуктивності

Інтенсивне використання худоби призводить до значних труднощів у відтворенні. Причинами цього є високий рівень молочної експлуатації, гіподинамія, відсутність індивідуального підходу, невчасне виявлення охоти, недостатня інформація про індивідуальні особливості корів, а отже і неможливість їх врахування при обслуговуванні, а також гінекологічні захворювання. За повідомленням багатьох авторів ці причини можуть викликати безпліддя у 10-15% корів і телиць [35,41,43].

Відтворювальна функція корів залежить від технології утримання, живлення, перебігу тільного та післяотельного періодів, сезону року та інших факторів [39].

У промисловому молочному скотарстві, якщо порушуються технології



утримання та годівлі, відбувається збільшення навантаження на основні функції органів та систем тварин. В організмі змінюються обмінні процеси, знижується резистентність і спостерігається розвиток хвороб.

Серед головних причин, що призводять до скорочення росту та продуктивності тварин, виділяються різні форми функціональних порушень репродуктивних органів. Відтворення стада пригнічується при порушеннях технології штучного запліднення самок, інтоксикації організму, відсутності активного моціону, наявності стресів, тощо. Останнім часом увагу вчених привертають негативні наслідки у молочному скотарстві викликані кліматичним стресом пов'язаним з глобальним потеплінням [12,18,20].

Небезпечними для сільськогосподарських тварин є як низькі, так і високі температури навколишнього середовища, так, наприклад, термонеутральна зона в молочній худоби, в межах якої підтримується фізіологічна температура тіла $+38,4...+39,1$ °С, коливається від $+16$ °С. С до $+25$ °С. Переохолодження ж настає, коли температура тіла падає значно нижче норми. В цілому, у великої рогатої худоби легка гіпотермія виникає при температурі тіла $+30...+32$ °С, помірною – при $+22...+29$ °С і тяжкою – нижче $+20$ °С. Коли ректальна температура опускається нижче $+28$ °С, адаптаційні механізми організму вже не можуть самостійно повернути показники до норми без додаткового нагрівання і прийому теплих рідин. По мірі прогресування гіпотермії метаболічні та фізіологічні процеси уповільнюються, і кров відходить від кінцівок для захисту життєво важливих органів. В екстремальних ситуаціях у тварин уповільнюється дихання і серцебиття, вони втрачають свідомість і гинуть. Показано, що холодний стрес знижує швидкість засвоєння молозива новонародженими телятами. При охолодженні збільшують енергетичні витрати тварин, у зв'язку з чим їм необхідно значно більшу кількість кормів для підтримки тих же темпів зростання, що знижує рентабельність виробництва. Однак стрес, обумовлений низькими температурами, легко нівелюється при дотриманні умов утримання, набагато небезпечнішими є перегріву тварин. Під впливом теплового фактора посилюється окислювальний стрес [32,33].



Тривалий вплив теплового стресу на організм тварини обумовлює погіршення стану здоров'я, зниження загальної резистентності, а також репродуктивних якостей. Головною причиною економічних втрат у тваринництві в умовах підвищених температур є зниження адаптивних здібностей організму у підтримці температурного балансу тіла та толерантності до теплового стресу. Особливо це стосується молочних корів, в яких зниження молочної продуктивності може досягати 25-35 % [2,3,6], а також збільшується сезонна депресія у показнику плодючості [20,24].

Тому для ведення успішної господарської діяльності виникає необхідність проведення комплексного аналізу стану скотарства, у тому числі виявлення основних причин, що знижують відтворювальну функцію у корів та телиць. Однак дотепер детальні причини виникнення безплідності та методи відновлення плодючості у тварин у спеціалізованих тваринницьких комплексах вивчено недостатньо. Існує безліч спірних питань щодо оптимального часу запліднення корів після отелення, їх запліднення залежно від рівня молочної продуктивності, а також її мінливості протягом календарного року.

У зв'язку з цим виникла гостра необхідність розробки системи заходів, які б забезпечили вирішення питання відтворення тварин, зняли проблему повторності у штучному заплідненні та знизили кількість безплідних корів.

Результати досліджень заплідненості корів залежно від молочної продуктивності за місяцями року наведені на рисунках 4-6.

Аналізуючи отримані дані за трьома групами піддослідних корів можна дійти висновку, що протягом року їх заплідненість підпорядковується певній закономірності. Ступінь зниження показників відтворення молочних корів спричинене тепловим стресом в найбільш жаркі місяці року залежить від рівня їх продуктивності. Зі зростанням надою за лактацію запліднюваність корів знижується, а її мінливість протягом року стає більш вираженою. Чим вища продуктивність, тим менша запліднюваність у літні місяці і більша – восени. Середня запліднюваність корів протягом року при цьому становила 36,1-38,7%.

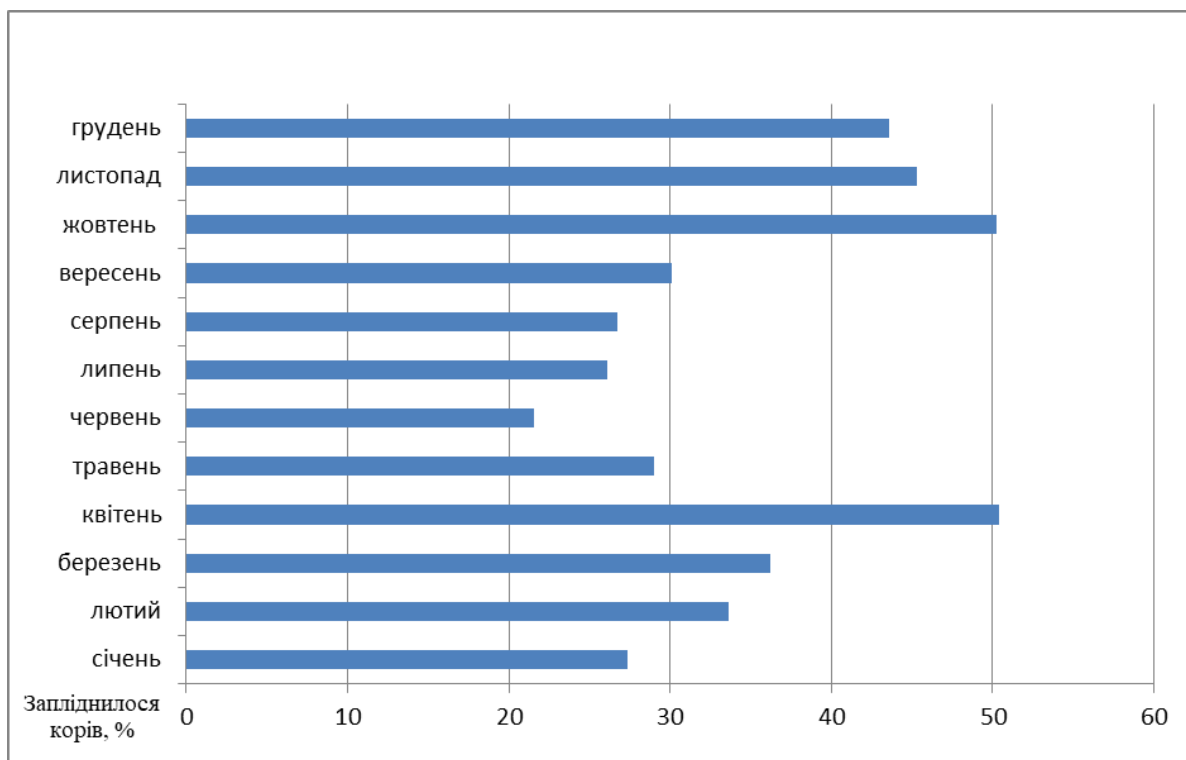


Рисунок 4 - Заплідненість корів з високим рівнем продуктивності (7500-9000 кг) залежно від сезону року, n=52

Джерело: [авторська розробка]

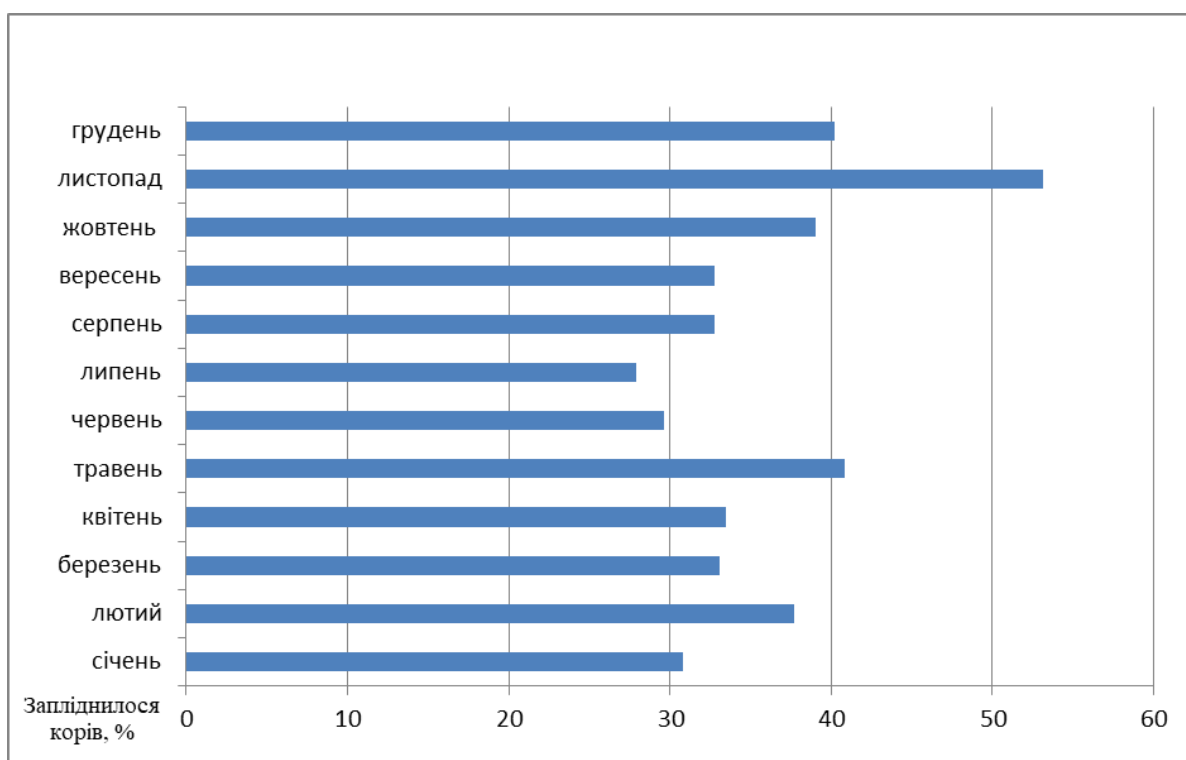


Рисунок 5 - Заплідненість корів з середнім рівнем продуктивності (6000-7500 кг) залежно від сезону року, n=55

Джерело: [авторська розробка]

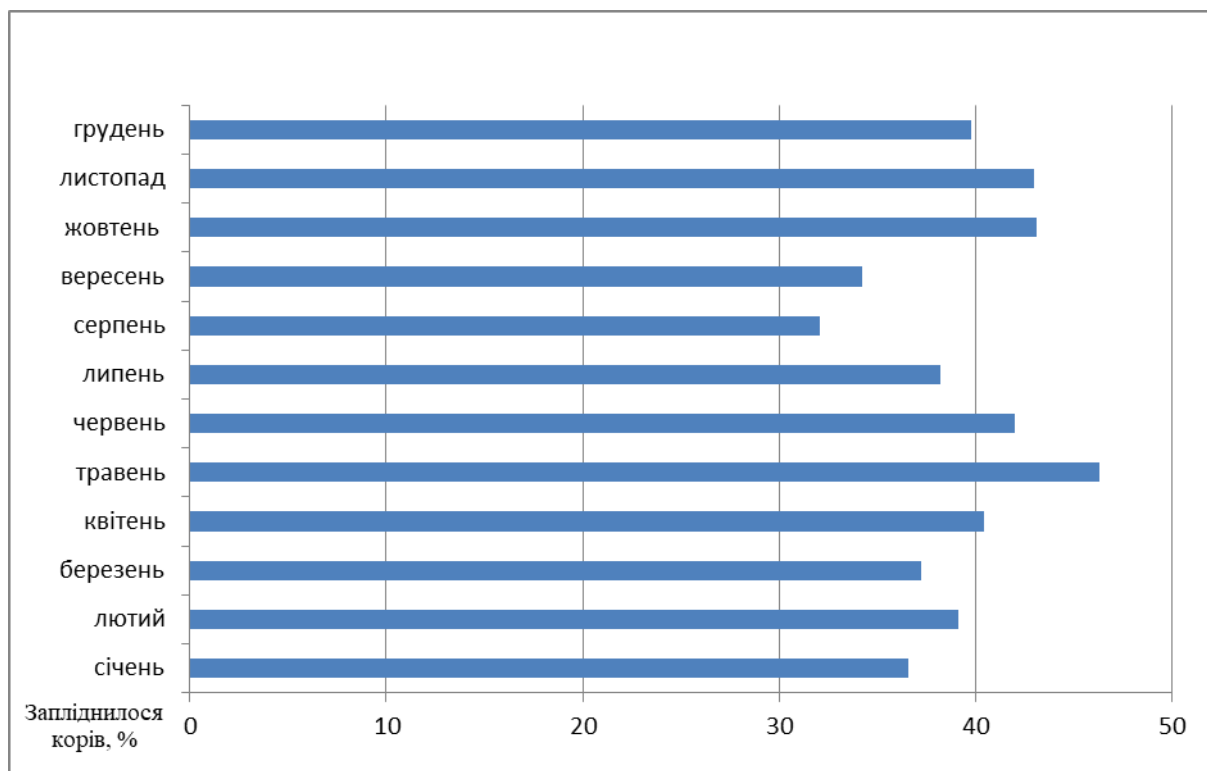


Рисунок 6 - Заплідненість корів з низьким рівнем продуктивності (4500-6000 кг) залежно від сезону року, n=58

Джерело: [авторська розробка]

Так, найменша запліднюваність тварин у зимовий період спостерігається у січні, після чого відбувається її незначне зростання у лютому. У березні має місце деяке зниження цього показника, з різким збільшенням кількості тварин у квітні-травні. Дане явище можна пояснити збільшенням тривалості світлового дня, який надає позитивний вплив на процес розмноження тварин. Однак у літні періоди запліднення корів різко падає і досягає абсолютного мінімуму в червні-серпні (до 20,1-31,9%). Зниження запліднюваності в літній період спричинене тепловим стресом, який, очевидно, негативно впливає на процес дозрівання, овуляції фолікулів та запліднення. При цьому, як показують проведені дослідження, чим вища продуктивність тварин, тим раніше проявляється негативний вплив теплового стресу на відтворювальну здатність. Надалі запліднення корів починає суттєво збільшуватися, досягаючи піку (44,1-56,2%) у жовтні – листопаді, потім знову знижуючись у грудні.

Отже, тепловий стрес частіше зустрічається у високопродуктивних корів,



ніж у низькопродуктивних. Поряд з цим, крім зниження обсягів виробництва молока, тепловий стрес може знизити і його якість. Під час лактації внутрішнє метаболічне утворення тепла, а також негативний енергетичний баланс у високопродуктивних корів призводить до зміни складу молока та зниження надоїв.

Високопродуктивні тварини страждають від теплового стресу більшою мірою у зв'язку з високим споживанням сухої речовини та високою інтенсивністю метаболізму. Через високий рівень метаболізму та його особливості у високопродуктивних корів, у процесі травлення понад 1/3 енергії корму конвертується в теплову енергію, що призводить до підвищення температури тіла. Корова здатна стабілізувати температуру тіла на рівні 38,5 °C (+/- 0,5 °C), але підтримання нормальної температури тіла є вкрай енерговитратним процесом. Підтримка теплового гомеостазу призводить до збільшення витрат енергії підтримки життя на 20-30%, при підвищенні температури тіла вище за норму на кожні 0,5 °C. При цьому відбувається зниження споживання сухої речовини на 1,4-1,8 кг із подальшим зниженням продуктивності. Тепловий стрес зменшує доступність циркулюючого в крові кисню шляхом зниження концентрації гемоглобіну та кількості еритроцитів, таким чином викликаючи окислювальний стрес і гіпоксію. Отже, тепловий стрес впливає на лактацію, впливаючи на здатність крові метаболізувати та транспортувати кисень [1,5,11].

Тепловий стрес негативно впливає на відтворну здатність і на молочну продуктивність, включаючи якісний склад молока, особливо у тварин з високим генетичним потенціалом [14,24].

Враховуючи означене, наші дослідження були спрямовані на пошук шляхів вирішення проблеми попередження стресу у тварин, або ж боротьби з його наслідками.

5.3. Визначення стійкості корів до стресу



гноєвидалення та інших процесів на фермі створює цілу низку факторів (шум при роботі механізмів, переміщення тварин на доїння, формування технологічних груп, ветеринарні заходи), які здатні ввести тварин в стан технологічного стресу під час якого вони перебувають у постійній напрузі, і рівень гормонів стресу в крові постійно високий [15,19,36].

Тепловий стрес є важким випробуванням для корів із високою молочною продуктивністю. У період цього стресу, як і за інших його видів, у крові збільшується концентрація адреналіну, норадреналіну та кортизолу, які інгібують виділення окситоцину, що обумовлює зниження молоковіддачі та вмісту білка в молоці. Кортизол пригнічує імунітет, спричиняє порушення статевого циклу та затримує овуляцію [4,6].

Дія будь-якого стресу умовно розподіляється на 3 стадії. Перша стадія – мобілізація. Характеризується станом тривоги та збудження. Триває близько 2 діб. Тварина втрачає продуктивність, іноді помітно худне. Друга стадія — адаптація або поява резистентності. Тривалість цієї стадії кілька тижнів. У цей час зростає загальна опірність організму, у корів відновлюється рівень надою, збільшується маса тіла. Третя стадія - адаптація до стресу. Завдяки високій пластичності та мінливості організму тварина може пристосовуватися до умов, що змінилися, із втратою продуктивності та виробничого довголіття. При тривалому впливі негативних чинників може виникнути четверта стадія - хронічний стрес, виснаження. Ресурси організму виснажуються, тварина не може більше протистояти впливу негативних факторів, у цій ситуації можливий перехід хронічних захворювань у гостру форму і навіть смерть на тлі зниження імунорезистентності [49].

Існують тварини з генетично сформованою високою стійкістю до стресів. Частка їх у стаді становить від 15 до 25%, і вони не відзначаються високою продуктивністю. Інші тварини, потрапляючи в стресовий стан, знижують споживання корму, наслідком чого є втрата продуктивності до 20%, збільшується виробництво несортного молока до 25%, корови менше відпочивають, залежно від стадії стресу виявляють або зайву активність – тісна



поведінка, або за останньої стадії апатичність і депресивний стан. Відсутні або слабо виявляються ознаки статевої охоти. Знижується фертильність. Збільшуються випадки ембріональної смертності. Тобто, першою системою в організмі, яка реагує на стресові навантаження є відтворна функція.

Враховуючи технологічне стресове навантаження в умовах промислової технології виробництва продуктів тваринництва, яке посилюється тепловим стресом, загострилася проблема спрямованого управління процесами розмноження, підвищення плодючості та профілактики безпліддя корів і телиць.

Сьогодні в біотехнології відтворення існує безліч схем для регуляції репродуктивної функції із застосуванням гормональних препаратів для синхронізації овуляції у корів, нетелів і стимуляції приходу корови в охоту перед штучним заплідненням.

Таким чином, подолати проблему стресу у молочному скотарстві можливо двома шляхами: перший – це відбір тварин стійких до стресового навантаження і другий шлях – це застосування різних підходів для попередження стресів або подолання їх наслідків, щоб привести стан організму до норми.

Найбільш поширеними методами визначення стійкості корів до стресового навантаження є визначення стресостійкості за вмістом кортизолу в крові, навантаженням адренкортикотропним гормоном (проба Торна), навантаженням адреналіном та інтенсивністю гальмування молоковіддачі [4,48,49]. Зважаючи на складність і трудомісткість методик і дорожнечу проведення тестів, заснованих на визначенні та використанні гормонів, в умовах виробництва оцінку стресостійкості корів найбільш зручно проводити за лактаційною функцією.

Основним критерієм оцінки стресостійкості за лактаційною функцією є здатність організму при гальмівних впливах зберігати стабільний рівень моторної та секреторної активності молочної залози без суттєвих порушень рефлексу молоковіддачі та зниження молочної продуктивності. На цій підставі Е.П. Кокоріною із співавторами [49] розроблений метод, що дозволяє виявити стресостійкість корів за інтенсивністю гальмування рефлексу молоковіддачі, що розвивається у відповідь на нові умови. Стресом слугує доїння корів дояркою,



яка раніше не доїла дану корову.

Із показників рефлексу молоковіддачі найбільш інформативними є показники молочної продуктивності та часу досягнення максимальної інтенсивності молоковиведення. Рекомендується визначати і такі показники, як видоєність за першу хвилину доїння, швидкість реакції на початок доїння, зміна об'єму дійок.

У своїй роботі ми використали методику, розроблену Е.П. Кокоріною зі співавторами [49]. Дослідження проводили на групі корів-первісток (n=105).

Стійкість до стресу у піддослідних тварин визначали шляхом оцінки інтенсивності гальмування рефлексу молоковіддачі при машинному доїнні, яка ґрунтується на виявленні гальмівної реакції молочної залози на зміну умов доїння. Методика базувалася на аналізі реакції молочної залози на зміну умов доїння. Для цього в експерименті штатну доярку замінили сторонньою особою (експериментатором), який протягом п'яти днів проводив ранкові доїння.

Під час експерименту оцінювали такі параметри молоковиведення: разовий надій, видоєність за першу хвилину і за перші три хвилини, середню тривалість доїння, середню і максимальну швидкість молоковиведення, а також швидкість реакції на початок доїння. На основі цих показників розраховували коефіцієнт інтенсивності гальмування рефлексу молоковіддачі.

Для кожної тварини будували криві динаміки молоковиведення, які порівнювали з типовою кривою без гальмування рефлексу, отриманою під час доїння штатною дояркою. Також визначали кількість доїнь зі зменшенням надою більш ніж на 20 %. На основі цих даних корів розподіляли на чотири типи стресостійкості.

У результаті дослідження 105 корів-первісток було встановлено, що 30 тварин (28,6 %) належать до першого типу стресостійкості, 25 (23,8 %) – до другого, 26 (24,8 %) – до третього, і 24 (22,9 %) – до четвертого типу.

Встановлено, що найкращі показники молоковиведення мали корови першого типу стресостійкості (рисунки 7 і 8). Їх разовий надій перевищував показники ровесниць четвертого типу на 0,90 кг (21,40 %, $P>0,99$), третього – на



0,89 кг (21,23 %, $P > 0,99$), а другого – на 0,67 кг (15,14 %, $P > 0,95$). Ці корови характеризувалися більш інтенсивним і повним видоєнням. З'ясовано, що вони віддавали молоко здебільшого за перші 3–4 хвилини, з максимальним виділенням у першу хвилину доїння, що свідчить про відсутність у них гальмування рефлексу молоковіддачі під час експерименту.

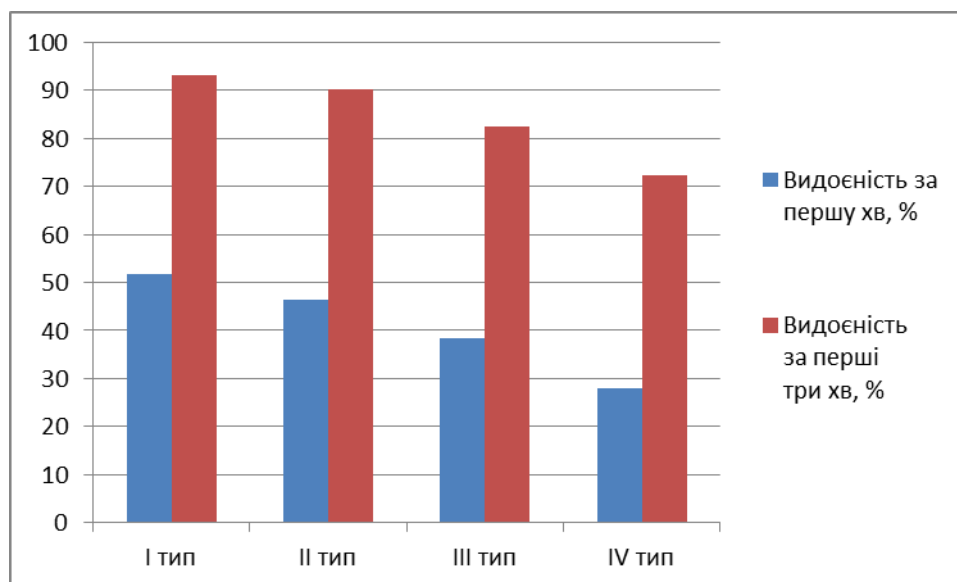


Рисунок 7 - Видоєність за першу та перші три хвилини корів-первісток різного типу стресостійкості, %

Джерело: [авторська розробка]

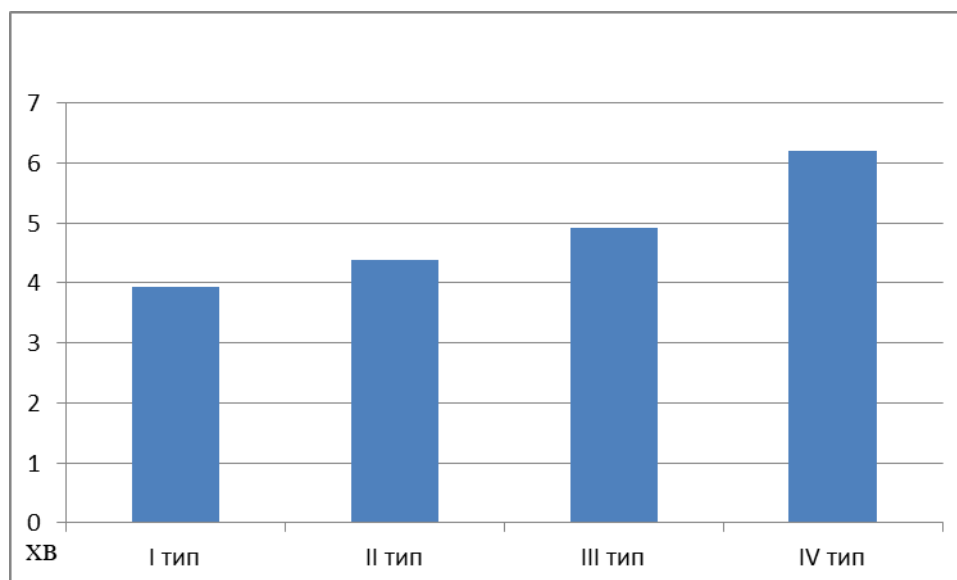


Рисунок 8 - Середня тривалість доїння корів-первісток різного типу стресостійкості, хв

Джерело: [авторська розробка]



На відміну від них, корови другого типу не завжди досягали максимального молоковидення у першу хвилину, що пояснюється умовно-рефлекторним гальмуванням рефлексу молоковіддачі (рисунок 9).

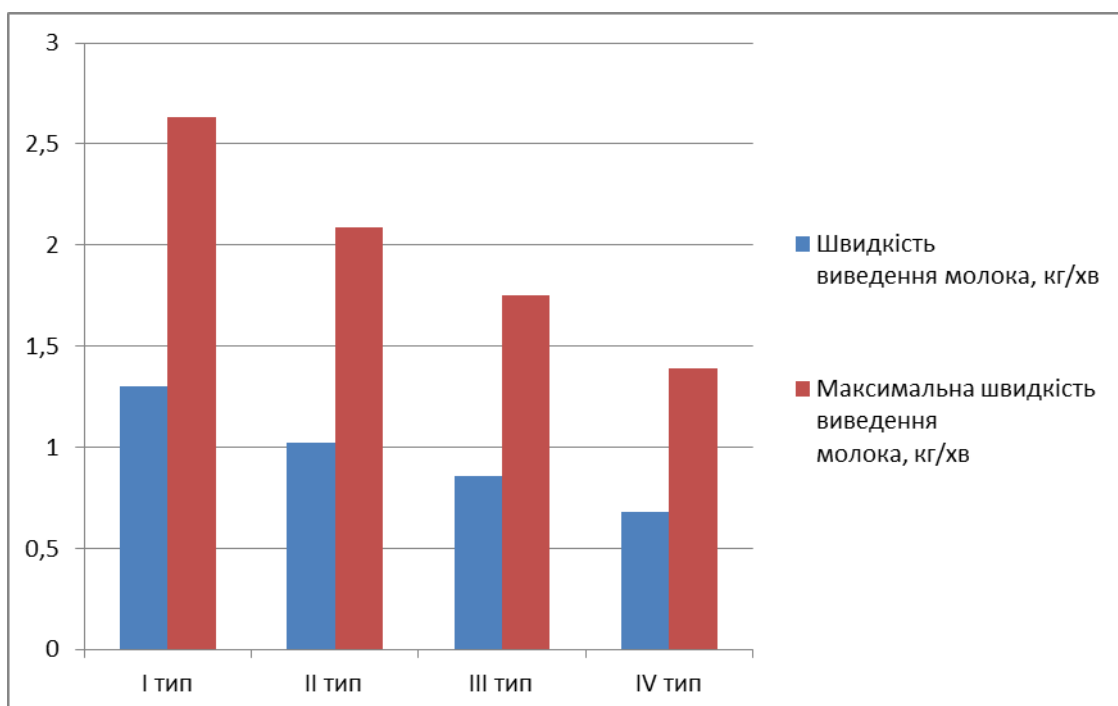


Рисунок 9 - Середня та максимальна швидкість виведення молока у корів-первісток різного типу стресостійкості, кг/хв.

Джерело: [авторська розробка]

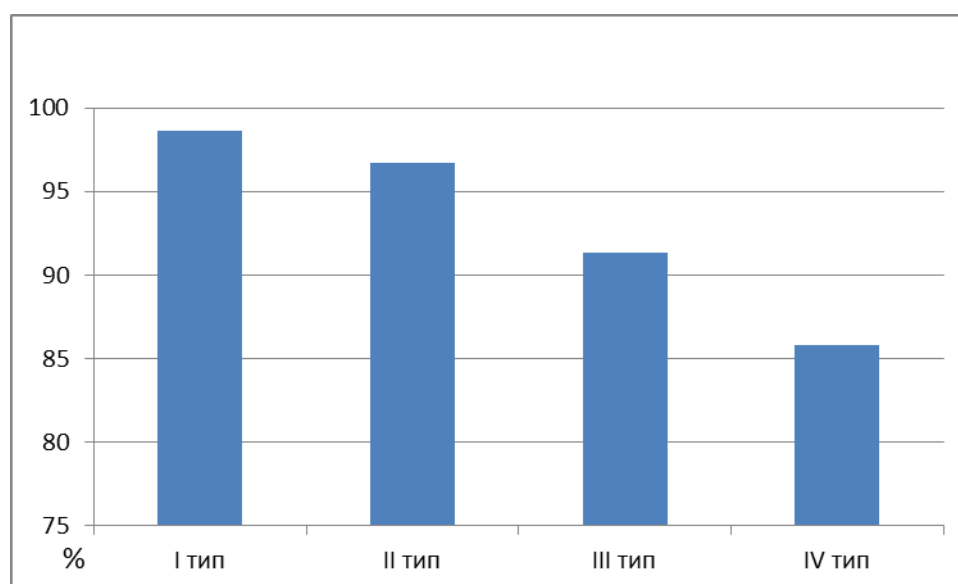
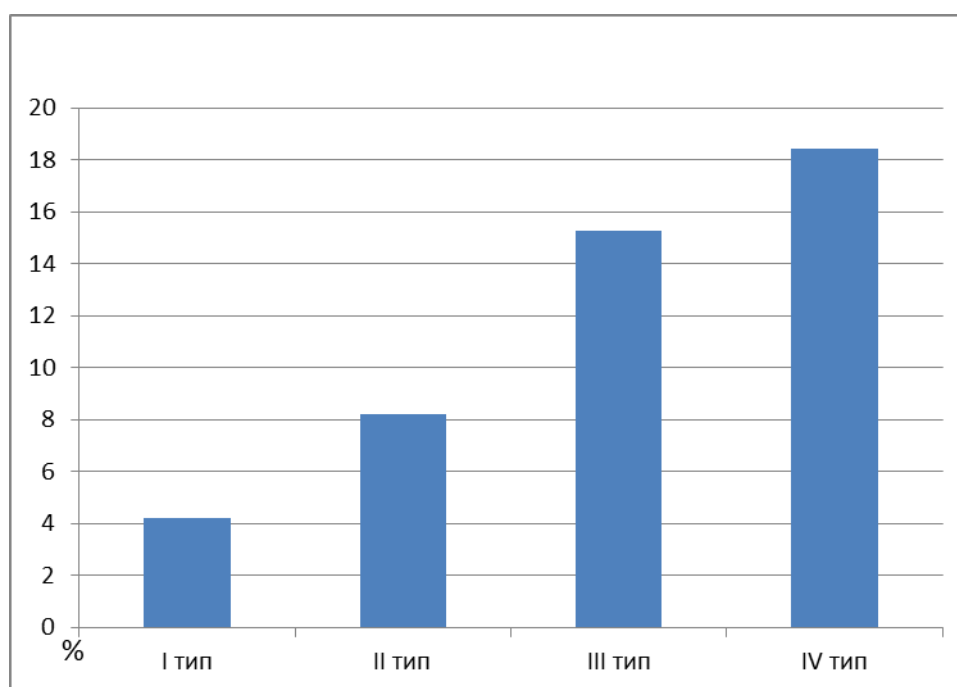


Рисунок 10 - Швидкість реакції на початок доїння у корів-первісток різного типу стресостійкості, %

Джерело: [авторська розробка]



У корів третього типу, окрім умовно-рефлекторного гальмування, було виявлено також безумовно-рефлекторне гальмування молоковіддачі. Це свідчить про наявність у них більш складної реакції на стресові фактори, які впливають на виділення молока. Найбільш вразливими до технологічного стресу виявилися корови четвертого типу. Їхня молоковіддача була найповільнішою, займаючи понад 6 хвилин, що обумовлено одночасною присутністю обох типів гальмування рефлексу молоковіддачі – умовно- та безумовно-рефлекторного.



**Рисунок 11 - Коефіцієнт інтенсивності гальмування
молоковіддачі у корів-первісток різного типу стресостійкості, %**

Джерело: [авторська розробка]

Порівняння показало, що корови першого типу значно перевершували ровесниць інших типів за видоєністю у першу хвилину доїння. Зокрема, перевага над коровами четвертого типу становила 23,77 % ($P > 0,999$), над коровами третього типу – 13,32 % ($P > 0,999$), а над коровами другого типу – 5,32 %. Аналіз видоєності за перші три хвилини виявив суттєву різницю між крайніми типами: корови першого типу перевищували четвертий тип на 20,94 % ($P > 0,999$), третій – на 10,60 % ($P > 0,999$), і другий – на 2,98 %.



Ці результати демонструють, що гальмування рефлексу молоковіддачі значно впливає на продуктивність тварин, причому найменше цей вплив спостерігається у корів першого типу, які є найбільш стійкими до стресових факторів. Натомість корови четвертого типу виявляються найбільш чутливими, що призводить до зниження їх продуктивності.

Встановлено, що корови першого типу стресостійкості відзначалися значно більшою швидкістю видоєння порівняно з ровесницями четвертого типу. Час доїння у них був коротшим на 2,28 хвилини (36,64 %, $P > 0,999$). Також вони перевершували корів третього типу на 0,44 хвилини (49,69 %, $P > 0,999$) та другого типу на 0,27 хвилини (26,19 %, $P > 0,999$). Це свідчить про значну ефективність молоковиведення у тварин першого типу, які справлялися з доїнням значно швидше, ніж тварини з більш низьким рівнем стресостійкості.

Що стосується інтенсивності молоковиведення, то корови першого типу також мали кращі результати. Вони випереджали тварин четвертого типу на 0,63 кг/хв (90,57 %, $P > 0,999$), корів третього типу на 0,44 кг/хв (49,69 %, $P > 0,999$) і корів другого типу на 0,27 кг/хв (26,19 %, $P > 0,999$). Це підтверджує, що корови першого типу віддавали молоко більш інтенсивно, а їх молоковиведення було значно швидшим та ефективнішим, що може бути пов'язано з їх високою стресостійкістю.

Ще одним важливим показником є максимальна інтенсивність молоковиведення, де корови першого типу також продемонстрували найкращі результати. Вони випереджали ровесниць четвертого типу на 1,23 кг/хв (88,11 %, $P > 0,999$), третього типу – на 0,88 кг/хв (50,43 %, $P > 0,999$) та другого типу – на 0,53 кг/хв (25,52 %, $P > 0,999$). Це свідчить про те, що первістки першого типу стресостійкості не лише швидше віддавали молоко, але й робили це з більшою інтенсивністю на всіх етапах доїння, що підтверджує їх високу адаптацію до стресових ситуацій.

Тварини з високим рівнем стресостійкості демонструють кращу реакцію на початок доїння в порівнянні з низькостресостійкими. Конкретно, корови першого типу мали більш швидку та виражену реакцію на стимулюючі фактори



порівняно з тваринами четвертого типу, з різницею в 12,81 % ($P > 0,99$), а також з коровами третього типу – на 7,25 % ($P > 0,999$) та другого типу – на 1,9 %. Це вказує на те, що висока чутливість до стресових факторів у низькостресостійких тварин знижує їх здатність до ефективної реакції молочної залози під час підготовки до доїння. У корів з високим рівнем стресостійкості молочна залоза виявляє більш швидку відповідь на зміни умов доїння, що сприяє кращому процесу молоковиведення.

Чутливість до стресових факторів під час машинного доїння можна оцінити за допомогою коефіцієнта інтенсивності гальмування рефлексу молоковіддачі. Наші дослідження показали, що у корів першого типу цей коефіцієнт становить 4,21 %, у корів другого типу – 8,24 %, у третього типу – 15,27 %, а у четвертого типу – 18,45 %. Відмінність між типами стресостійкості є суттєвою і статистично значущою ($P > 0,999$), що підтверджує вплив рівня стресостійкості на реакцію молочної залози на стресові фактори. Це дозволяє стверджувати, що тварини з високою стресостійкістю менш схильні до гальмування рефлексу молоковіддачі, що сприяє більш ефективному молоковиведенню.

Таким чином, за критеріями технологічності, корови з високим рівнем стресостійкості значно перевищували своїх ровесниць середнього та низького типів стресостійкості, при цьому різниця була суттєвою та статистично високовірогідною. Корови першого типу, які мають найвищий рівень стресостійкості, продемонстрували найкращу адаптацію до змін умов доїння, що вказує на їх більшу стійкість до стресових факторів. Вони найшвидше та найефективніше адаптувалися до нових умов, що сприяло покращенню показників молоковиведення.

Тварини другого та третього типів мали середній рівень стресостійкості, що означає менш виражену здатність до адаптації до стресових впливів, порівняно з тваринами першого типу. Вони демонстрували дещо більший рівень стресового гальмування, що впливало на їх реакцію на зміни під час доїння.

Корови четвертого типу, з низьким рівнем стресостійкості, виявилися найбільш вразливими до стресових впливів. Їх адаптаційна здатність була значно



знижена, що проявлялося в значно повільнішій реакції молочної залози на зовнішні подразники. Це свідчить про більш тривалу та менш ефективну адаптацію до зміни умов доїння, що в кінцевому підсумку негативно позначалося на показниках молоковиведення.

Загалом, результати дослідження показали, що серед піддослідного поголів'я 28,6 % корів належать до високостресостійкого типу, 28,9 % – до низькостресостійкого, а решта – до проміжного (середнього) типу стресостійкості.

В умовах стресового навантаження корови першого типу стресостійкості продемонстрували найкращі результати за технологічними характеристиками, значно перевищуючи ровесниць другого, третього та четвертого типів за показниками молоковиведення на 2,98–90,57 %. Це вказує на їх вищу здатність адаптуватися до технології машинного доїння, а також на їх більшу стійкість до стресових факторів під час цього процесу. Тварини першого типу ефективніше і швидше віддають молоко, що свідчить про високу інтенсивність молоковиведення та кращу загальну адаптацію.

У свою чергу, корови середнього та низького типів стресостійкості через гальмування рефлексу молоковіддачі мають довший час доїння, меншу ефективність видоювання і низьку повноту молоковиведення. Це свідчить про їх знижений рівень адаптації до змін у технологічних умовах, таких як зміна доярки чи інші стресові фактори. Вони витрачають більше часу на процес доїння і не здатні так ефективно реагувати на зовнішні стимули, що негативно впливає на кінцеві показники молоковиведення.

Доведено, що стресостійкість є ознакою, яка визначається генетично, і має значний ступінь успадкування [7,48,49]. Зокрема, дослідження [49] показали, що дочки, отримані від матерів сильного врівноваженого рухливого типу ВНД, успадковували подібні типи нервової системи — сильний врівноважений рухливий або сильний врівноважений інертний тип. Важливо, що серед них не було виявлено особин із слабким типом нервової системи, що вказує на стійкість цих тварин до стресових факторів. У той же час, від матерів із слабким типом



ВНД, тобто низькостресостійких тварин, було отримано понад 50% дочок із таким же низьким рівнем стресостійкості.

Ці результати підтверджують, що стресостійкість має генетичну основу та може бути передана нащадкам, що вказує на важливість її виявлення та селекційного відбору в тваринництві. Враховуючи високий ступінь успадкування цієї ознаки, є обґрунтованою необхідність включення стресостійкості до критеріїв селекції при відборі тварин.

Враховуючи ці факти, дослідження адаптаційної здатності та технологічних якостей корів є надзвичайно важливими для покращення їх продуктивності, стійкості до стресових факторів та адаптаційних можливостей до змін у технології утримання і експлуатації, що є актуальним завданням для сучасного тваринництва.

З огляду на отримані нами результати дослідження, при проведенні селекційної роботи необхідно надавати перевагу тваринам з високою адаптаційною здатністю до стресових навантажень, оскільки це дозволить покращити не лише їх стійкість до стресу, а й підвищити загальну продуктивність молоковиведення, що є важливим фактором у сучасному тваринництві.

Подальші наші дослідження були спрямовані на з'ясування впливу типу стресостійкості корів на їх продуктивні якості.

5.4. Дослідження продуктивних та відтворних якостей корів з різною стійкістю до стресу

Стрес у сільськогосподарських тварин виникає в наслідок їх взаємодії з навколишнім середовищем. Умовно розрізняють три взаємозалежні категорії стресу: середній, технологічний та емоційний. Перший обумовлений фізичними і хімічними параметрами мікроклімату приміщення, де утримується поголів'я: температурою і складом повітря, його вологістю, інтенсивністю освітлення,



шумовим навантаженням; другий пов'язаний з різними виробничими операціями – ветеринарним оглядом, транспортуванням, відлученням молодняка, а також структурою раціонів, третє, як правило, визначає взаємовідносини між тваринами всередині групи та з людиною, часто він витікає з двох попередніх категорій у вигляді неможливості реалізації будь-якої фізіологічної потреби.

В умовах промислової технології виробництва молока, яка характеризується інтенсивним вирощуванням ремонтного молодняка та експлуатацією корів, їх організм перебуває під постійним впливом безлічі різних факторів зовнішнього середовища. Якщо ці фактори значно перевершують нормальні фізіологічні стимули, у тварин виникає стресовий стан [31,41]. Стрес, будучи реакцією адаптивного характеру, підвищує витрати енергії в організмі та спричиняє напругу всіх фізіологічних процесів з метою підтримки гомеостазу. При цьому в умовах сучасної технології, що суперечить природним фізіологічним особливостям корів, у них часто виникає зрив адаптаційних механізмів. Це негативно позначається на здоров'ї та продуктивності корів і суттєво знижує їх продуктивне довголіття [15,25,26].

Тому одним з основних показників придатності сільськогосподарських тварин до промислової технології в умовах великих промислових ферм сьогодні є стресостійкість. Відтак, актуальними є дослідження продуктивних якостей корів різного типу стресостійкості.

Результати наших досліджень показали, що корови першого типу стресостійкості переважали тварин третього і четвертого типів за всіма досліджуваними показниками, у тому числі: за величиною надою, відповідно на 374,4 кг (11,25 %), $P > 0,95$ та 393,4 кг (11,88 %), $P > 0,95$, вмістом жиру у молоці – на 0,03 % та 0,14 %, $P > 0,999$, кількістю молочного жиру – на 14,76 кг (11,89 %), $P > 0,99$ та 19,07 кг (15,91 %), $P > 0,999$, живою масою – на 25,79 кг (5,75 %), $P > 0,99$ та 37,33 кг (8,54 %), $P > 0,999$, а також за коефіцієнтом молочності – на 38,05 та 33,80 %. Різниця між тваринами першого і другого типу стресостійкості була не значною (рисунки 12-15).

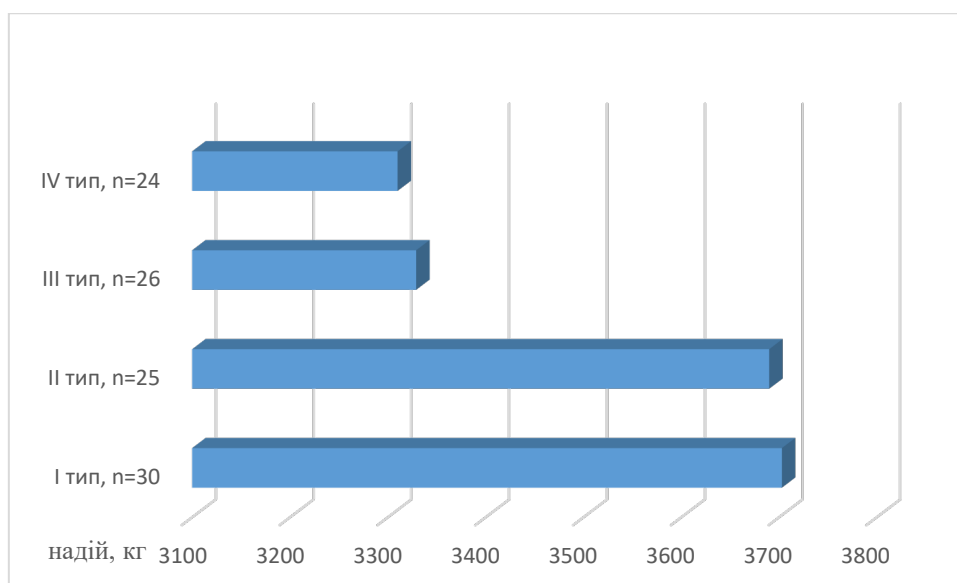


Рисунок 12 - Молочна продуктивність корів-первісток залежно від типу їх стресостійкості, кг

Джерело: [авторська розробка]

Встановлено, що тварини першого типу перевищували стандарт породи за величиною надою на 19,48 %, вмістом жиру у молоці – на 0,07, кількістю молочного жиру на – 20,78 та живою масою – на 7,31 %.

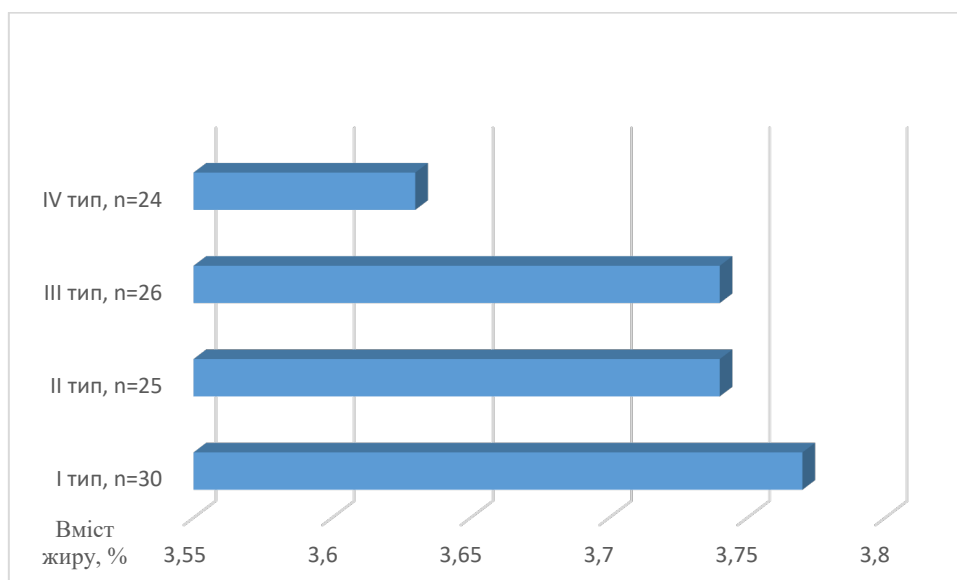


Рисунок 13 - Вміст жиру в молоці корів-первісток залежно від типу їх стресостійкості, %

Джерело: [авторська розробка]



Тварини другого і третього типу також переважали стандарт за продуктивністю та живою масою, у тому числі: за величиною надою, відповідно на 19,06 та 7,40 %, вмістом жиру в молоці – на 0,04 та 0,01 %, кількістю молочного жиру – на 19,37 та 7,95 %, а також за живою масою – на 7,09 та 1,70 %. Корови четвертого типу стресостійкості, у порівнянні зі стандартними тваринами також відрізнялися дещо кращими показниками величини надою – на 6,79 %, кількості молочного жиру – на 4,19 % та живої маси – на 0,21 %. За вмістом жиру у молоці тварини низькостресостійкого типу поступалися стандартним на 0,07 %.

Оскільки тварини I-го і II-го, а також III-го і IV-го типів виявилися подібними за основними показниками, ми їх об'єднали і сформували дві піддослідні групи (високостресостійкі та низькостресостійкі) та проаналізували у них величину живої маси і продуктивність. Встановлено, що високостресостійкі первістки у порівнянні з низькостресостійкими ровесницями мали вищий надій за 305 днів лактації – на 384 кг (13,99 %), $P>0,95$, вміст жиру у молоці – на 0,06 %, кількість молочного жиру – на 16,24 кг (13,41 %), $P>0,95$, живу маси – на 29,59 кг (5,14 %), $P>0,99$ та коефіцієнт молочності – на 35,19 %

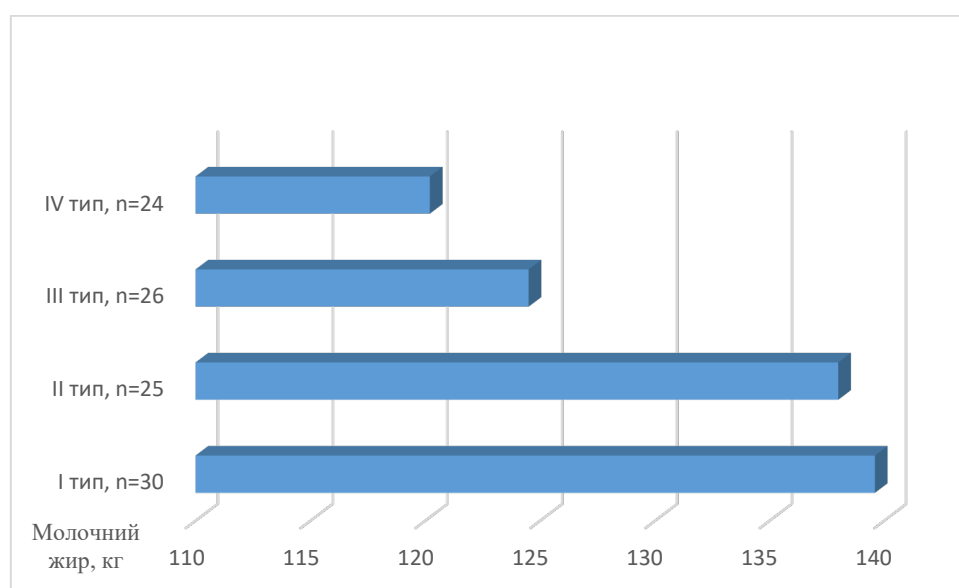


Рисунок 14 - Жирномолочність корів-первісток різного типу стресостійкості, кг

Джерело: [авторська розробка]

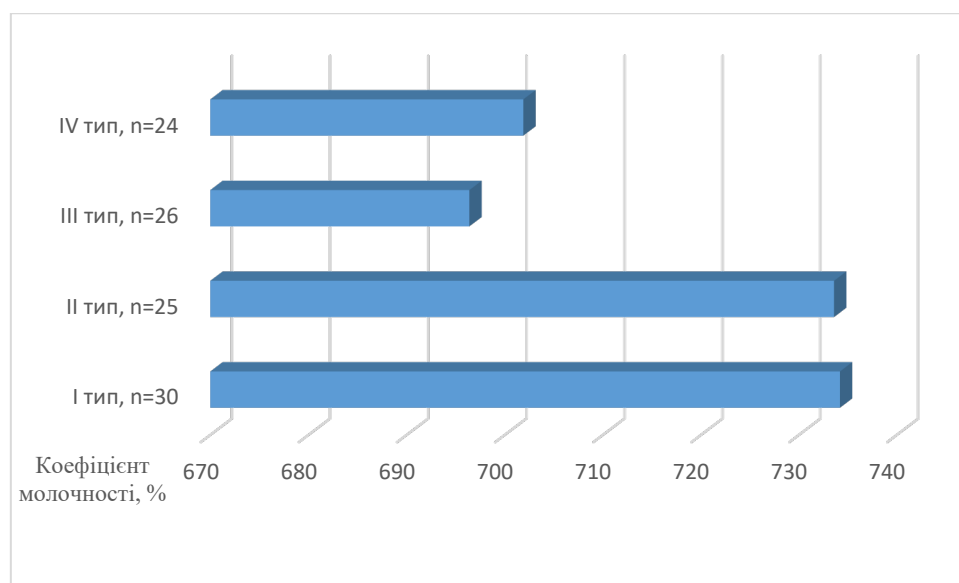


Рисунок 15 - Коефіцієнт молочності корів-первісток різного типу стресостійкості, %

Джерело: [авторська розробка]

Високостресостійкі особини перевищували стандарт породи за надоєм на 19,29, вмістом жиру в молоці – на 0,05, кількістю молочного жиру – на 20,16 та величиною живої маси – на 7,21 %. Низькостресостійкі тварини мали деяку перевагу над стандартом за надоєм на 6,89, кількістю молочного жиру – на 6,04 та величиною живої маси – на 0,91 %, та дещо поступалися їм за вмістом жиру в молоці – на 0,01 %.

Ступінь мінливості найнижчий був за вмістом жиру у молоці та середній – за живою масою. Інші показники характеризувались значною мінливістю.

Кореляційним аналізом нами встановлено, що між стресостійкістю корів та їх живою масою і продуктивними якостями існує суттєвий і достовірний взаємозв'язок. Коефіцієнт кореляції становить +0,251...+0,324 (рисунок 16).

Зв'язок стресостійкості з вмістом жиру у молоці виявився значно меншим. Це на наш погляд пов'язано з тим, що на дану ознаку більше впливає генетичний фактор, ніж умови середовища, а рівень стресостійкості відображає реактивність тварин на зовнішні фактори.

Однофакторним дисперсійним аналізом виявлено вплив стресостійкості первісток на їх живу масу та продуктивність (рисунок 17).

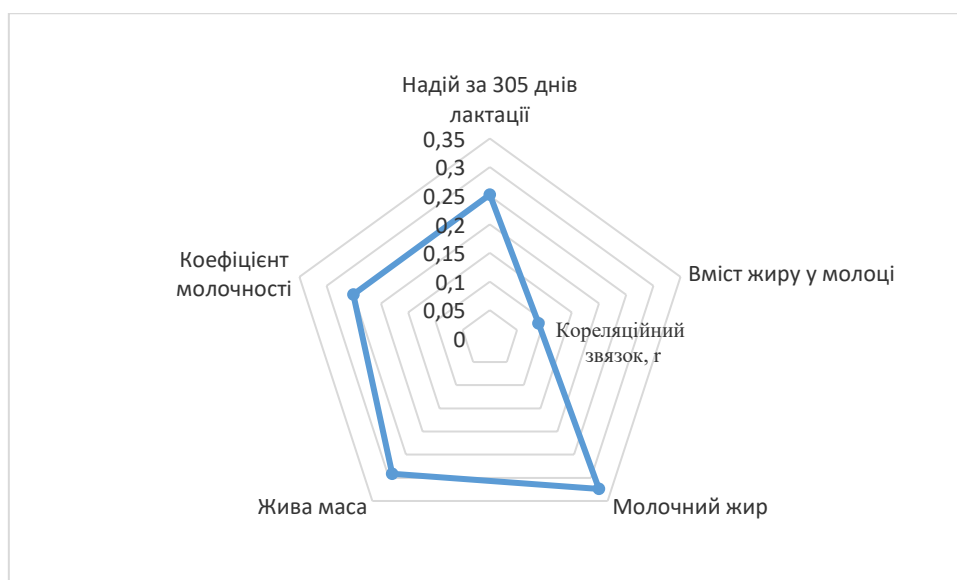


Рисунок 16 - Взаємозв'язок живої маси та продуктивності корів-первісток з їх типом стресостійкості

Джерело: [авторська розробка]

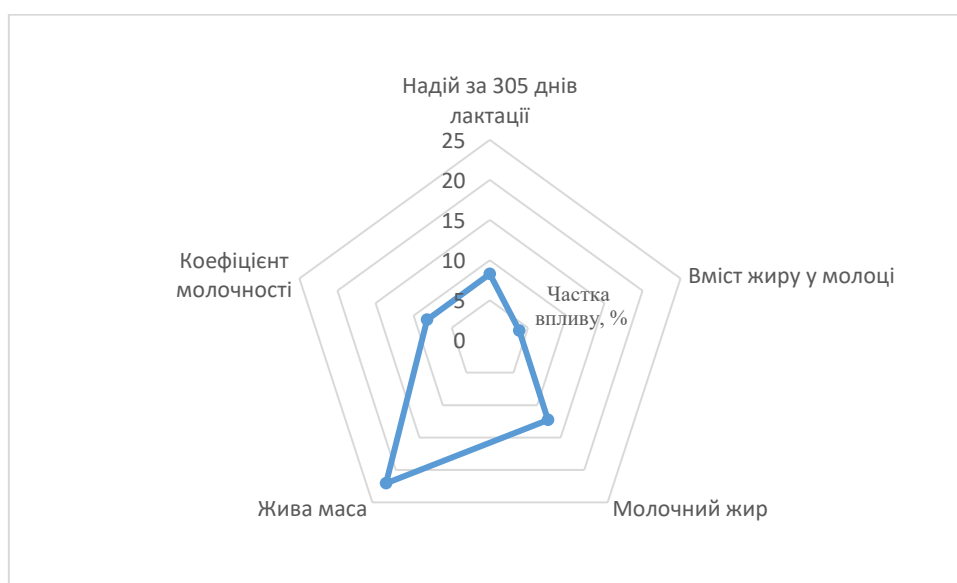


Рисунок 17 - Вплив стресостійкості корів-первісток на живу на їх масу та продуктивність

Джерело: [авторська розробка]

Встановлено, що найбільше стресостійкість впливає на живу масу (22,06 %) та кількість молочного жиру (12,32 %) і менш суттєво – на надій, вміст жиру в молоці та коефіцієнт молочності (3,83...8,27 %).



Отже, більш адаптованими до промислової технології виробництва молока виявилися тварини першого типу стресостійкості, які володіли вищою живою масою та кращими показниками продуктивності порівняно із ровесницями решти типів.

З'ясовано, що величина живої маси та продуктивні якості корів зумовлюються їх адаптаційною здатністю. Більшою живою масою та кращою продуктивністю володіють тварини першого (високостресостійкого) типу, які переважали первісток третього і четвертого типів за всіма досліджуваними ознаками. Різниця за величиною надою, вмістом жиру в молоці, кількістю молочного жиру, живою масою та коефіцієнтом молочності становить у межах 5,75...38,05 % ($P > 0,95...0,999$).

Встановлено, що між стресостійкістю корів та їх живою масою і продуктивними якостями існує суттєвий і достовірний взаємозв'язок ($r = +0,251...+0,324$). Зв'язок стресостійкості з вмістом жиру в молоці виявився значно меншим. Дисперсійним аналізом визначено, що найбільше стресостійкість впливає на живу масу (22,06 %) та кількість молочного жиру (12,32 %) і менш суттєво – на надій, вміст жиру в молоці та коефіцієнт молочності (3,83...8,27 %). Тому, при відборі необхідно враховувати адаптаційну здатність худоби, що сприятиме покращенню продуктивних якостей стада.

5.5. Роль бугаїв-плідників у поліпшенні експлуатаційних якостей потомства

Розвиток молочного тваринництва в даний час характеризується високим рівнем інтенсифікації виробничих процесів, впровадженням у виробництво прогресивних технологій та ефективних прийомів розведення спрямованих на збільшення валового виробництва молока. Досягнення зоотехнічної науки та практики підтверджують, що завдання які стоять перед галуззю можливо реалізувати за рахунок підвищення генетичного потенціалу тварин методами



селекції, а також створенням оптимальних умов утримання та годівлі, що сприяють його реалізації.

Вчені та фахівці багатьох країн мають різні думки щодо постійного збільшення продуктивності корів, зокрема за рахунок селекції [8,10,19]. Деякі автори [8] висловлюють занепокоєння, яке викликане такими факторами: збільшення молочної продуктивності часто супроводжується порушенням обміну речовин у тварин, що призводить до зниження показників відтворення, захворювання кінцівок, післяпологовим ускладненням і т. д., що в кінцевому підсумку призводить до істотного скорочення тривалості життя. Доведена від'ємна генетична кореляція між молочною продуктивністю та відтворенням, наявністю маститу, іншими захворюваннями, які викликані значною мірою послабленням здоров'я у корів [10,19]. У результаті, високий відсоток захворюваності призводить до передчасного вибракування тварин, скорочення життя корів, особливо високопродуктивних, що різко знижує ефективність селекції. Вчені у своїх дослідженнях показали несприятливу генетичну кореляцію між молочною продуктивністю та кетозом (0,26 – 0,65), кістою яєчника (0,23 – 0,42), маститом (0,15 – 0,68), кульгавістю (0,24 – 0,48). Наведені дані вказують на те, що селекція на високу продуктивність збільшує відсоток захворювань і погіршує стан здоров'я та призводить до передчасного вибуття корів [6,8,10].

Фактор тривалості використання корів багато в чому визначає економіку виробництва та результативність вдосконалення порід і стад. Ріст економічної ефективності виробництва продукції тваринництва можливо забезпечити за рахунок підвищення інтенсивності відтворення поголів'я та збільшення термінів продуктивного використання тварин. На інтенсивність заміни корів у стаді впливають витрати на вирощування нетелей. Чим вищі витрати на вирощування телиць для ремонту стада, тим довше корова має залишатися у стаді. У практичних умовах найчастіше великий відсоток введення первісток викликаний вимушеною вибраковкою. Багаторічне використання високопродуктивних корів забезпечує окрім економічного ефекту прогрес стада в селекційно



технологічному напрямку.

Отже, для підвищення економічної ефективності виробництва продукції тваринництва актуальності набуває комплексна оцінка рівня продуктивності молочного стада, інтенсивності відтворення поголів'я та термінів продуктивного використання тварин.

Тривалість використання молочної худоби залежить від біологічної тривалості життя, протягом якого тварина зберігає свою продуктивність, умов годівлі та утримання, стійкості до захворювань, індивідуальної спадкової обумовленості продуктивного довголіття. Питанням щодо тривалості господарського використання молочних корів в останній час приділяється велика увага, так як спостерігається чітка тенденція зниження термінів експлуатації маточного поголів'я корів не тільки в цілому по популяціям, але й, що особливо тривожно, у провідних племінних господарствах країни. Тому, одним з найважливіших питань селекції великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності є продуктивне довголіття корів, яке позитивно корелює з показниками довічних надоїв та виступає одним з важливих факторів інтенсифікації галузі.

Селекцію на створення високопродуктивних порід, ліній, типів і стад тварин можна вважати успішною тільки тоді, коли підвищення показників продуктивності отримано при збереженні здоров'я та багаторічного терміну використання. Тому, тварини з високим надоєм та тривалим продуктивним періодом є найбільш бажаними для розведення в сучасних умовах. З погляду селекції продуктивне довголіття є складною інтегральною ознакою і визначається як генетичними особливостями організму, так і різними впливами навколишнього середовища. Одним з резервів збільшення виробництва молока та тривалості експлуатації корів є використання високоцінних бугаїв-плідників поліпшувачів.

Нами проведено оцінку голштинських бугаїв-плідників Акорда 4761, Венця 5735 та Овала 5795, які належать Дніпропетровському облплемпідприємству за продуктивним довголіттям їхніх дочок. З цією метою у корів-дочок досліджено



причини вибракування, тривалість господарського використання та довічну молочну продуктивність. Для аналізу причин вибракування маточного поголів'я, всіх тварин було розподілено за віком вибуття наступним чином: на першій лактації 41% корів, на другій – 19%, на третій та старшій – 40%. З'ясовано, що основними причинами вибуття були хвороби відтворювальної системи – 21 %, мастити – 18 % та хвороби кінцівок – 13 %. Вибракування через низьку продуктивність незначне (2%). Встановлено, що на першій і другій лактації найбільше було вибраковано нащадків Овала 5795, а найменше – дочок Акорда 4761. Вибуття первісток призводить до значних економічних втрат: зниження надою з розрахунку на фуражну корову та валового виробництва молока; збільшення у структурі стада низькопродуктивних та хворих корів, підвищення витрат на їх утримання, лікування; отримання потомства на старому генетичному матеріалі; зниження інтенсивності росту генетичного потенціалу стада; підвищення витрат на ремонт стада; зменшення племінного продажу нетелей; зниження середнього віку тривалості господарського використання корів. Виявлення та усунення причин вибуття первісток відразу після отелення дозволить покращити виробничі та економічні показники господарства. Тому, для збільшення термінів продуктивного довголіття молочних корів з метою організації високоефективного виробництва, слід акцентувати увагу на профілактиці основних проблем.

Встановлено, що тривалість використання корів у лактаціях більшою була у нащадків Акорда 4761, які лактували довше порівняно з ровесницями, що походять від Венця 5735 та Овала 5795, відповідно на 1,20 та 2,06 лактації. Отже, дочки бугая Акорда 4761 виявилися краще адаптованими до умов промислової технології виробництва.

Тварини голштинської породи здатні до високої молочної продуктивності, починаючи з першої лактації, але більшою мірою реагують на невідповідність середовищних умов продуктивному потенціалу, що виражається в їх підвищеному вибутті.

Важливим показником ефективності експлуатації корів є надій за все життя.



Найвищим він був у корів-дочок бугая Акорда 4761. За середнім пожиттєвим надоєм вони переважали дочок Венця 5735 на 12046,3 кг., а Овала 5795 – на 17490,2 кг. Тобто, дочки плідника Акорда 4761 характеризувалися кращими експлуатаційними і продуктивними якостями. Тому, в подальшому, при відборі перевагу слід надавати саме таким тваринам, що сприятиме тривалому використанню маточного поголів'я та дозволить зменшити витрати за рахунок експлуатації більш продуктивних повновікових корів.

Сьогодні в значній кількості господарств терміни використання корів високопродуктивних молочних порід не перевищують 2,88-3,50 отелення. Тобто, корови не доживають до 4–6 лактації, коли проявляється найвища продуктивність та окупаються витрати на вирощування телиць, телят та утримання продуктивних тварин. Це відбувається через порушення обміну речовин, зниження відтворювальної здатності, непридатності до машинного доїння та захворювання, пов'язані з неможливістю тварин адаптуватися до інтенсивної технології. Такий стан ведення галузі стримує ефективність відбору корів і завдає значних економічних збитків господарствам. Тому, при плануванні селекційно-плеємної роботи зі стадом окрім генетичного потенціалу молочної продуктивності важливо враховувати також тривалість продуктивного використання корів, який залежить від здатності худоби адаптуватися до інтенсивної технології виробництва. Удосконалення адаптаційних якостей стада можливе за рахунок використання для відтворення бугаїв-поліпшувачів з урахуванням їх оцінки за якістю нащадків.

Таким чином, використання результатів оцінки бугаїв-плідників фахівцями Облплемпідприємства дозволить збільшити тривалість продуктивного життя корів, що в подальшому сприятиме вирішенню ряду таких важливих завдань на шляху до покращення ефективності галузі, як: підвищення економічної ефективності тваринництва за рахунок зменшення вартості ремонту стада з розрахунку на збережену корову; збільшення середньої продуктивності тварин; підвищення частки продажу плеємного молодняка; створення економічно вигідних тварин, що характеризуються високою продуктивністю та тривалим



терміном господарського використання.

5.6. Біотехнологічні методи гормональної корекції відтворної функції корів в умовах теплового стресу

Підвищення літньої температури є однією з основних причин погіршення плодючості та зниження продуктивності великої рогатої худоби. Повідомляється, що тепловий стрес впливає на різні аспекти фертильності самок, включаючи функцію яєчників, дозрівання ооцитів і ембріональний розвиток [5,11].

Корови від телят, які зазнали термічного стресу внутрішньоутробно, мають нижчі надії протягом життя, демонструють імунологічні розлади, мають нижчу вагу при народженні та меншу тривалість життя, пов'язану з прискореним старінням. Для того, щоб захистити відтворення корів, вплив теплового стресу на внутрішньоклітинному та молекулярному рівнях слід відстежувати крок за кроком, а також слід враховувати вплив порушення регуляції теплового гомеостазу (тобто гіпертермії) [5,6].

Порушення травлення – основна причина виникнення у корів ацидозу та кетозу. Це обумовлено зміною рН рубця та пригніченням його мікрофлори, вимиванням мінеральних речовин з організму внаслідок підвищеного споживання води тваринами, які відчувають сильну спрагу. У корів відбувається збій у гормональній системі, пошкоджуються клітинні мембрани (оксидативний стрес), кров в організмі перерозподіляється (її більший обсяг перепрямовується від шлунково-кишкового тракту до шкіри для охолодження тіла). Перелічені патології неможливо виявити візуально, але завжди потрібно враховувати, що вони матимуть сильний негативний вплив на здоров'я та продуктивність тварин у майбутньому [6,24,32].

Отже, серед основних причин тривалої дисфункції яєчників у корів після отелення є тепловий стрес, що виникає в теплу пору року і призводить до



порушення балансу гормонів гіпофіза, щитовидної залози та надниркових залоз, які клінічно проявляються у вигляді гіпофункції яєчників, ановуляторних статевих циклів та інших патологіях. В даний час у технології відтворення великої рогатої худоби широке застосування знайшли біотехнологічні методи, що включають індукцію та синхронізацію статевих циклів, корекцію овуляції, усунення функціональних порушень яєчників.

Тому метою роботи було дослідження стану відтворення маточного поголів'я голштинської породи в умовах теплового стресу в літній період року та ефективності біотехнологічних методів гормональної стимуляції статевих циклів у корів різного рівня продуктивності. Усіх піддослідних маток запліднювали ректо-цервікальним методом, дворазово в одну охоту проведення досліду, спостерігали за коровами та оцінювали результати стимуляції статевої циклічності за наступним показникам: час настання статевої охоти, характеристика повноцінності стадії збудження статевого циклу, час настання плідного запліднення, підраховували тривалість сервіс-періоду та індекс запліднюваності у групах.

Для гормональної стимуляції статевих циклів у маток застосовували схему Ovsynch, яка є найпоширенішою в даний час, а також Double-Ovsynch. Протокол схеми Ovsynch полягає у введенні гонадотропін-релізинг гормону в нульовий день статевого циклу. На 7-й день тварині вводиться ін'єкція простагландину, і повторюють введення гонадотропін-релізинг гормону на 9-й день циклу. Штучне запліднення проводять через 8-24 години після останньої ін'єкції гонадотропін-релізинг гормону.

З'ясовано, що тепловий стрес викликаний дією високих температур в теплий період року негативно впливає на відтворну здатність корів, залежно від їх молочної продуктивності за лактацію. Спостерігається подовження сервіс-періоду на 18-49 діб, а відсоток тварин з його тривалістю понад 100 діб зростає з підвищенням рівня продуктивності. Застосування схеми гормональної регуляції дозволяє отримувати позитивні результати стимуляції охоти, що вказує на у цілому задовільний стан відтворної функції маток, але відзначено різну реакцію



тварин на гормональну обробку залежно від рівня продуктивності.

У зв'язку з цим перспективним є використання біотехнологічних підходів гормональної корекції з метою підвищення репродуктивних функцій великої рогатої худоби та інтенсифікації відтворення стада в умовах теплового стресу.

Головною причиною економічних втрат у тваринництві в умовах підвищених температур є зниження адаптивних здібностей організму у підтримці температурного балансу тіла та толерантності до теплового стресу. Особливо це стосується молочних корів, в яких через кліматичний стрес зниження надоїв може досягати 35 %, а також збільшується сезонна депресія у показнику плодючості.

Найбільш поширеною програмою, заснованою на використанні простагландину та гонадоліберину, є програма «Ovsynch», розроблена для зниження варіабельності овуляції. ГнРГ вводиться в 0 день, потім на 7 день використовується простагландин, після чого на 9-10 день знову застосовується ГнРГ. Час штучного запліднення фіксовано та проводиться через 16 годин. Перша ін'єкція ГнРГ вводиться для управління розвитком фолікула шляхом овуляції та/або лютеїнізації існуючого домінуючого фолікула та ініціації зростання нової когорти фолікулів для того, щоб домінуючий фолікул дозрів до 7 дня. Друга ін'єкція ГнРГ використовується для подальшої синхронізації овуляції шляхом ініціації преовуляторних стрибків лютеїнізуючого гормону, який повинен ініціювати овуляцію.

Визначено, що в умовах теплового стресу гормональна обробка за протоколом Ovsynch дозволяє відновити статеві цикли у маток, але її ефективність варіює залежно від рівня продуктивності за лактацією.

Отже, в умовах промислової технології виробництва стресове навантаження на тварин зростає за теплового стресу, що впливає на фізіологічні процеси в організмі і, зокрема, на морфофункціональний стан статевої системи корів. Тому серед причин вибракування тварин порушення відтворювальної здатності становить 24–27 %.

У господарствах різного типу сьогодні застосовуються різноманітні підходи



до пом'якшення згубних наслідків теплового стресу, але жодному з них не вдається повернути репродуктивну чи лактаційну продуктивність до термонеutralного рівня. Деякі з найуспішніших включають кормові добавки, цільове охолодження та перенесення ембріонів. Неспроможність цих стратегій повністю зберегти продуктивність не виключає їхньої користі на фермі. Цілком ймовірно, що ретельно сплановані комбінації підходів дадуть найкращі результати, дозволяючи виробникам досягти прийнятних показників вагітності під час теплового стресу. На жаль, не існує жодного «найкращого», чи універсального підходу, який можна було б широко застосувати в усіх регіонах і кліматичних умовах. Ефективність стратегій буде відрізнятися від ферми до ферми, і підходи потрібно обирати на основі обставин, ресурсів і можливостей, доступних виробникам.

Висновки

Отже, серед основних причин тривалої дисфункції яєчників у корів після отелення є тепловий стрес, що виникає в теплу пору року і призводить до порушення балансу гормонів гіпофіза, щитовидної залози та надниркових залоз, які клінічно проявляються у вигляді гіпофункції яєчників, ановуляторних статевих циклів та інших патологіях. Негативні наслідки кліматичного стресу більш виражені у високопродуктивних корів, що пов'язано з особливостями їх обміну речовин. В даний час у технології відтворення великої рогатої худоби широке застосування знайшли біотехнологічні методи, що включають індукцію та синхронізацію статевих циклів, корекцію овуляції, усунення функціональних порушень яєчників.

Отримані нами дані свідчать про вплив індивідуальної спадковості бугаїв-батьків на експлуатаційні якості, серед яких важливою є тривалість продуктивного використання корів-дочок, що має практичне значення, оскільки саме тривалість господарського використання корів багато в чому визначає



економіку виробництва та результативність удосконалення порід та стад. У системі селекційно-племінної роботи важливою ланкою є оцінка бугаїв-плідників за продуктивними якостями дочок. Багаторічне продуктивне використання молочних корів спадково обумовлене і пов'язане зі здатністю тварин пристосовуватися до умов промислової технології виробництва.

Для зниження втрат продуктивності стада та прибутковості всього підприємства слід використати комплексне рішення щодо зниження негативного впливу теплового стресу на організм дійних корів. Воно має включати створення комфортних для корів умов утримання, а саме: забезпечення оптимальних умов навколишнього середовища, вільного доступу до води, коригування часу годівлі та, за потреби, раціону.

Програма Ovsynch як один з найпоширеніших біотехнологічних методів управління відтворенням стада та її модифікації мають потенціал для покращення репродуктивної функції молочних корів, які страждають від теплового стресу, оскільки вони розроблені для регуляції статевого циклу. Однак, дуже важливо, щоб протоколи обиралися з урахуванням існуючих ресурсів, умов і особливостей молочного комплексу, які б забезпечували можливість їх ефективної реалізації.



Jan 15;542(Pt A):653-64. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.10.104.

40. Low abundance of mitophagy markers is associated with reactive oxygen species overproduction in cows with fatty liver and causes reactive oxygen species overproduction and lipid accumulation in calf hepatocytes. Fang Z, Liu G, Zhu M, Wang S, Jiang Q, Loo JJ, Yu H, Hao X, Chen M, Gao W, Lei L, Song Y, Wang Z, Du X, Li X. *J Dairy Sci.* 2022 Sep;105(9):7829-7841. doi: 10.3168/jds.2021-21774. Epub 2022 Jul 19.

Chapter 5.

1. Asres A, Amha N. Effect of stress on animal health: a review. *Journal of Biology, Agri- culture and Healthcare.* 2014;4(27):116-121.
2. Bach, A., Terré, M., & Vidal, M. (2020). Symposium review: Decomposing efficiency of milk production and maximizing profit. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 5709-5725.
3. Bernabucci U, Lacetera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, Nardone A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal.* 2010;4(7):1167-1183. doi: 10.1017/S175173111000090X
4. Bharati, J., Dangi, S. S., Mishra, S. R., Chouhan, V. S., Verma, V., Shankar, O., ... & Sarkar, M. (2017). Expression analysis of toll like receptors and interleukins in Tharparkar cattle during acclimation to heat stress exposure. *Journal of Thermal Biology*, 65, 48-56.
5. Carrell, R. C., Smith, W. B., Kinman, L. A., Mercadante, V. R., Dias, N. W., & Roper, D. A. (2021). Cattle stress and pregnancy responses when imposing different restraint methods for conducting fixed time artificial insemination. *Animal Reproduction Science*, 225, 106672.
6. Chen, X., Dong, J. N., Rong, J. Y., Xiao, J., Zhao, W., Aschalew, N. D., ... & Zhen, Y. G. (2022). Impact of heat stress on milk yield, antioxidative levels, and serum metabolites in primiparous and multiparous Holstein cows. *Tropical animal health and production*, 54(3), 159.
7. Chernenko, O. M., Prishedko, V. M., Mylostyvyi, R. V., Shulzhenko, N. M., Orishchuk, O. S., Chernenko, O. I., ... & Khmeleva, O. V. (2019). Welfare and



- sperm quality with a focus on stress resistance of *Bos taurus*. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(4), 493-49.
8. Dallago, G. M., Wade, K. M., Cue, R. I., McClure, J. T., Lacroix, R., Pellerin, D., & Vasseur, E. (2021). Keeping dairy cows for longer: A critical literature review on dairy cow longevity in high milk-producing countries. *Animals*, 11(3), 808.
 9. Fisher M. Animal welfare science, husbandry and ethics: the evolving story of our relationship with farm animals. Sheffield, UK:5m Books Ltd; 2018: 290p.
 10. Gorelik, O. V., Likhodeevskaya, E., Zezin, N. N., Sevostyanov, M. Y., & Leshonok, O. I. (2020, August). The use of inbreeding in dairy cattle breeding. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 548, No. 8, p. 082013). IOP Publishing.
 11. Heidelberg: Springer; 2012 : 19 -51 . doi: 10.1007/978-3-642-29205-7_2
 12. Joksimović-Todorović M, Davidović V, Hristov S, Stanković B. Effect of heat stress on milk production in dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2011;27(3):1017 - 1023.
 13. Kozyr, V., Mykytiuk, V., Kalinichenko, O., Pryshedko, V., & Begma, N. (2023). Growth energy and quality of beef from bulls of Maine-Anjou, Chianina, and Santa Gertrudis breeds grown in Ukraine. *Scientific Horizons*, 4(26), 21-32.
 14. Kumar B, Manuja A, Aich P. Stress and its impact on farm animals. *Frontiers in Bioscience-Elite*. 2012;4(5):1759-1767. doi: 10.2741/e496
 15. Kyrou I, Tsigos C. Stress mechanisms and metabolic complications. *Hormone and Metabolic Research*. 2007;39(06):430-438. doi: 10.1055/s-2007-981462
 16. Lacetera N. Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers*. 2019;9(1):26-31. doi: 10.1093/af/vfy030
 17. Lakher, J. P., Awasthi, M. K., Khan, J. R., & Poyam, M. R. (2019). Efficacy of Ovsynch and Ovsynch Plus protocol for improvement of fertility in postpartum Sahiwal cows. *Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 14(4), 5-8.
 18. Lamy E, Van Harten S, Sales- Baptista E, Guerra MMM, De Almeida AM. Factors influencing livestock productivity. In: Sejian V, Naqvi S, Ezeji T, Lakritz J, Lal R,



- editors. Environmental stress and amelioration in livestock production. Berlin,
19. Leduc, A., Souchet, S., Gelé, M., Le Provost, F., & Boutinaud, M. (2021). Effect of feed restriction on dairy cow milk production: a review. *Journal of Animal Science*, 99(7), skab130.
 20. Lee, J., Kim, D., Son, J., Kim, D., Jeon, E., Jung, D., ... & Choi, I. (2023). Effects of heat stress on conception in Holstein and Jersey cattle and oocyte maturation in vitro. *Journal of Animal Science and Technology*, 65(2), 324.
 21. Liu F, Cottrell JJ, Furness JB, Rivera LR, Kelly FW, Wijesiriwardana U, Pustovit RV, Fothergill LJ, Bravo DM, Celi P, Leury BJ, Gabler NK, Dunshea FR. Selenium and vitamin E together improve intestinal epithelial barrier function and alleviate oxidative stress in heat-stressed pigs. *Experimental Physiology*. 2016;101(7):801-810. doi: 10.1113/EP085746
 22. Mazur-Kusnerek M, Antoszkiewicz Z, Lipinski K, Kaliniewicz J, Kotlarczyk S, Zukowski P. The effect of polyphenols and vitamin E on the antioxidant status and meat quality of broiler chickens exposed to high temperature. *Archives of Animal Nutrition*. 2019;73(2):111-126. doi: 10.1080/1745039X.2019.1572342
 23. Medland JE, Pohl CS, Edwards LL, Frandsen S, Bagley K, Li Y, Moeser AJ. Early life adversity in piglets induces long-term upregulation of the enteric cholinergic nervous system and heightened, sex-specific secretomotor neuron responses. *Neurogastroenterology & Motility*. 2016;28(9):1317-1329. doi: 10.1111/nmo.12828
 24. Mellado, M., Treviño, L. M., Chavez, M. I., Véliz, F. G., Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., & García, J. E. (2023). Fertility of Holstein cows and heifers submitted to timed artificial insemination and receiving one or two doses (12 h apart) of semen. *Reproduction in Domestic Animals*, 58(1), 39-47.
 25. Milostiviy, R. V., Vysokos, M. P., Kalinichenko, O. O., Vasilenko, T. O., & Milostiva, D. F. (2017). Productive longevity of European Holstein cows in conditions of industrial technology. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 169-179.
 26. Mylostyvyi, R., & Chernenko, O. (2019). Correlations between environmental factors and milk production of Holstein cows. *Data*, 4(3), 103.



27. Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Chernenko, O., Khramkova, O., Kapshuk, N., & Hoffmann, G. (2020). Microclimate modeling in naturally ventilated dairy barns during the hot season: Checking the accuracy of forecasts. *Journal of Thermal Biology*, 93, 102720.
28. Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Gutyj, B., Marenkov, O., & Kozyr, V. (2023). The relationship between warm weather and milk yield in holstein cows. *World's Veterinary Journal*, (1), 134-143.
29. Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., ... & Izhboldina, O. (2021). Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 9(4), 0-0.
30. Mylostyvyi, R., Sejian, V., Izhboldina, O., Kalinichenko, O., Karlova, L., Lesnovskay, O., ... & Hoffmann, G. (2021). Changes in the spectrum of free fatty acids in blood serum of dairy cows during a prolonged summer heat wave. *Animals*, 11(12), 3391.
31. North, M. A., Franke, J. A., Ouweneel, B., & Trisos, C. H. (2023). Global risk of heat stress to cattle from climate change. *Environmental Research Letters*, 18(9), 094027. 2
32. Pinedo, P., Santos, J. E. P., Chebel, R. C., Galvão, K. N., Schuenemann, G. M., Bicalho, R. C., ... & Thatcher, W. (2020). Associations of reproductive indices with fertility outcomes, milk yield, and survival in Holstein cows. *Journal of dairy science*, 103(7), 6647-6660. 1
33. Reed, R. G., & Raison, C. L. (2016). Stress and the immune system. *Environmental influences on the immune system*, 97-126.
34. Renaudeau D, Collin A, Yahav S, De Basilio V, Gourdine JL, Collier RJ. Адаптація до жаркого клімату та стратегії послаблення теплового стресу у тваринництві. *Тварина*. 2012; 6 (5): 707-728. doi: 10.1017/S1751731111002448
35. *Research in Zoology*. 2012;2(5):31-37. doi: 10.5923/j.zoology.20120204.03
36. Sammad, A., Umer, S., Shi, R., Zhu, H., Zhao, X., & Wang, Y. (2020). Dairy cow reproduction under the influence of heat stress. *Journal of animal physiology and*



animal nutrition, 104(4), 978-986.

37. Sammad, A., Khan, M. Z., Abbas, Z., Hu, L., Ullah, Q., Wang, Y., ... & Wang, Y. (2022). Major nutritional metabolic alterations influencing the reproductive system of postpartum dairy cows. *Metabolites*, 12(1), 60.
38. Sammad, A., Wang, Y. J., Umer, S., Lirong, H., Khan, I., Khan, A., ... & Wang, Y. (2020). Nutritional physiology and biochemistry of dairy cattle under the influence of heat stress: Consequences and opportunities. *Animals*, 10(5), 793.
39. Silva, W. C. D., Silva, J. A. R. D., Camargo-Júnior, R. N. C., Silva, É. B. R. D., Santos, M. R. P. D., Viana, R. B., ... & Lourenço-Júnior, J. D. B. (2023). Animal welfare and effects of per-female stress on male and cattle reproduction—A review. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1083469.
40. Siregar, T. N., Uzir, U., Mukhtar, M., Zainuddin, Z., Abdullah, M. A. N., Wajdi, F., ... & Panjaitan, B. (2019). Environmental temperature reduces conception rate and increases embryonic mortality in Aceh cattle.
41. Sumi, R. J., Das, Z. C., Hoque, M. N., Rahman, A. N., Islam, M. T., & Talukder, A. K. (2022). Heat stress effects on fertility and reproductive health problems of dairy cows in a selected area of Bangladesh. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*, 37(4), 266-275.
42. Uhm, H. B., Jeong, J. K., Kang, H. G., & Kim, I. H. (2020). Effect of timed artificial insemination protocols on the pregnancy rate per insemination and pregnancy loss in dairy cows and Korean native cattle under heat stress. *Journal of veterinary clinics*, 37(5), 235-241
43. Wang, Y., Yang, C., Nahla Abdalla Hassan, E., Li, C., Yang, F., Wang, G., & Li, L. (2019). HO-1 reduces heat stress-induced apoptosis in bovine granulosa cells by suppressing oxidative stress. *Aging (Albany NY)*, 11(15), 5535.
44. Постанова Кабінету Міністрів України; Перелік від 07.09.2011 № 942 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2023 року» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/942-2011-%D0%BF#Text>
45. Пришедько, В. М. (2014). Экономическая эффективность племенного



- использования быков-производителей разных типов стрессоустойчивости. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького, 16(2-3), 169-175.
46. Пришедько, В. М. (2010). Спермопродуктивність і якість сперми бугаїв-плідників різного рівня стресостійкості. Випуск, 1, 113-119.
47. Пришедько, В. М., & Гуляк, А. В. (2018). Залежність молочної продуктивності корів голштинської породи від їх лінійного походження. Молодий вчений, (4 (1)), 193-196.
48. Пришедько В.М. Оцінка бугаїв-плідників за продуктивними та відтворювальними якостями залежно від рівня їх стресостійкості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.02.04 "Технологія виробництва продуктів тваринництва" / В.М. Пришедько. – Миколаїв, 2011. – 19 с.
49. Рекомендации по оценке стрессоустойчивости коров при машинном доении / [Кокорина Э. П., Туманова Э. Б., Филиппова Л. А. Задальский С. В.]. – Л.: ВНИИРГЖ, 1978. – 37 с.

Chapter 6.

1. Salo Y. V. Ecological aspects of modern logistics / Y. V. Salo // Tavriysky Scientific Bulletin. Series: Economics. 2023. Issue 15. pp. 209–215. <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/16167/1/Екологічні%20аспекти%20сучасної%20логістики.pdf>.
2. Prospects for the development of the agrarian sector of Ukraine in the context of climate change: analytical report / [V. Rusan, L. Zhurakovska, Y. Zhalilo, et al. <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.09>
3. The Farming Insider. Organic Farming 101: Methods and Benefits. Web-source for expert insights and trends in agriculture and farming. Boulder, CO, United States, 80302, 30.01.2024. <https://thefarminginsider.com/organic-farming-methods-and-benefits/>
4. Liao Chung-Min. Use of residence time distribution for evaluation of gaseous pollutant volatilization from stored swine manure. Sci. and Health B. 1997. Vol.