

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОТЕХСИСТЕМ ШЛЯХОМ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Встановлено причинно-наслідкові стохастичні залежності, що обумовлюють затрати ручної праці на обслуговування технологічної системи «людина–машина–тварина–середовище». Доведено вплив на ефективність біотехсистеми раціональних конструктивних параметрів виконавчого пристрою доїльного апарата, форми вим'я корови та швидкість молоковіддачі, яка повинна перевищувати 1 кг/хв. Отримані результати допоможуть адаптувати робочі органи доїльного апарата до морфофізіологічних особливостей корови.

Постановка проблеми

Конкурентна здатність молочної продукції тваринницьких підприємств у значній мірі визначається затратами праці. Завдяки впровадженню сучасних досягнень науково-технічного прогресу, затрати ручної праці можна знизити у 7–9 разів у порівнянні наразі існуючими технологіями[1]. Зниження трудомісткості одиниці виробленої продукції можна досягнути завдяки поліпшенню генетичного потенціалу тварин; зміцненню кормової бази; удосконаленню архітектурно-компоновочних рішень стійлових приміщень; оптимізацією технологічного процесу виробництва; удосконаленням технічних засобів доїння корів.

Таким чином, високий рівень механізації операцій процесів та зниження затрат ручної праці можна отримати шляхом витіснення людини зі сфери виробництва та раціоналізації форм праці. Тому, пошук та дослідження технічних засобів здатних адаптуватись до морфофізіологічних ознак корів є актуальною проблемою сучасних засобів машинного доїння корів.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання

Затрати праці на виробництво молока у середньому по країні складають 10...15 люд×год/ц і в основному пов'язані з недостатньою механізацією підготовчих та завершальних робіт під час доїння корів [1, 2, 3, 4]. Значна частина ручних операцій у молочному тваринництві світу механізується і автоматизується (операції підмивання вим'я та знімання доїльних апаратів). Проблемою в механізації виведення молока є завершальна операція–додоювання. У процесі доїння стакани наповзають на основу дійки та перекривають доступ молока, дійка перетискується тут кромкою присоски. Окрім того, дійкова гума при змиканні в одній з площин дійки утворює на ній мозолі, а високий вакуум

(50 кПа) та велика вага підвісної частини доїльного апарату перенапружують внутрішні тканини вим'я та гальмують рефлекс молоковіддачі. Питання механізації заключної операції вирішують в різних напрямках, основними серед яких є удосконалення конструкції доїльних стаканів [5, 8, 9, 10, 11].

Об'єкти та методика дослідження

Об'єктом дослідження є процеси та засоби, які обумовлюють повне виведення молока з молочної залози корови, без затрат ручної праці.

Предметом дослідження є закономірності, які описують процеси, що протікають у даному об'єкті дослідження.

Місцем проведення досліджень були лабораторії та філії кафедри процесів, машин і обладнання Житомирського національного агроєкологічного університету. Робота виконувалася у відповідності до плану науково-дослідницької роботи інженерно-технічного факультету. При цьому, використовувалися методи моделювання біотехнічних систем, методи оптимізації та математичної статистики з використанням програми «Microsoft Excel 2007». На основі вибірки результатів досліджень виконувалася апроксимація їх в аналітичній та графічній формах з високими рівнем вірогідності. В результаті обґрунтовані параметри, режими та алгоритми роботи біотехсистеми.

Таким чином, технічний рівень доїльної техніки, зокрема, в області адаптації технологічного обладнання до морфофізіологічних особливостей корови та затрати ручної праці визначаються на завершальних операціях машинного доїння, зокрема, на додоюванні. Недодоювання призводить до недобору молочної продукції та гальмує процес подальшого молокоутворення. Забезпечити потрібну чистоту видоювання сучасні доїльні апарати неспроможні із-за ряду причин. Зокрема, однією з причин недодою є наповзання доїльних стаканів на дійки корови та перекривання молочної цистерни вим'я відносно цистерни дійки. При цьому, порушується суцільність молочного потоку, створюються умови для «сухого доїння», травмування дійок, гальмування рефлексу молоковіддачі. Окрім недоліків конструктивного характеру, на недодоювання впливають морфофізіологічні властивості тварин. Так, недодоювання залежить від форми та індексу вим'я, форми та розмірів дійок, лактації корови, величини надою, спадковості, порушення факторів стереотипу доїння, що обумовлює слабу стимуляцію рефлексу припуску, а також невміле машинне додоювання та практикування систематичного ручного додоювання.

Результати дослідження

Основним технічним рішенням доїльного апарата, яке повинне недопускати наповзання доїльних стаканів, є присоска. Присоска фіксує доїльний стакан на дійці корови за рахунок робочого вакууму доїльної установки. Як показує практика та аналіз графічної залежності (рис. 1), фіксуюча здатність присоски на початку і кінці доїння є величиною змінною і залежить також від співвідношення діаметра присоски і дійки.

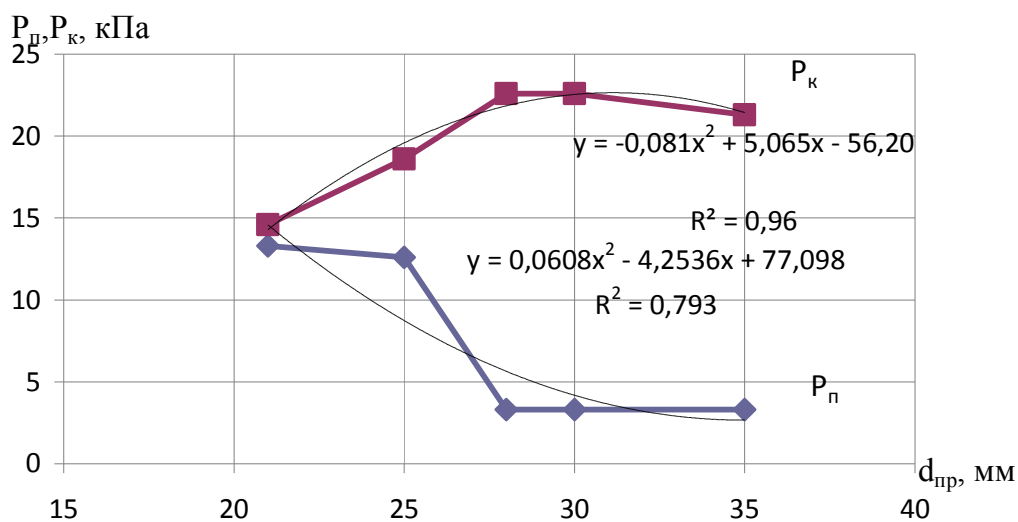


Рис.1. Залежність початкового (P_n , кПа) та кінцевого (P_k , кПа) значень вакууму у присосках доїльного стакану від діаметру ($d_{пр}$, мм)

Наповзання також обумовлюється зміною значення діаметра і довжини дійки у процесі доїння, рис. 2 і 3.

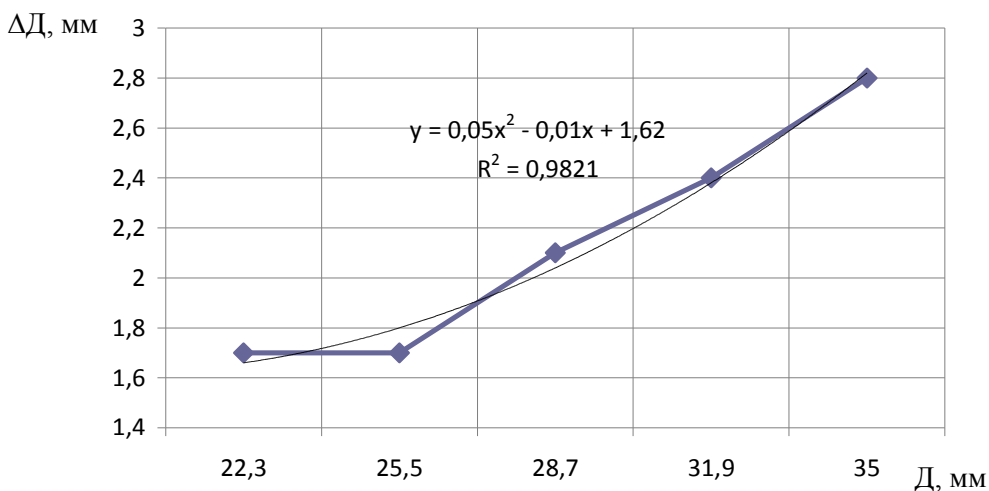


Рис.2. Залежність зменшення діаметра (ΔD , мм) від початкового діаметру дійки (D , мм) корови у процесі доїння доїльним апаратом

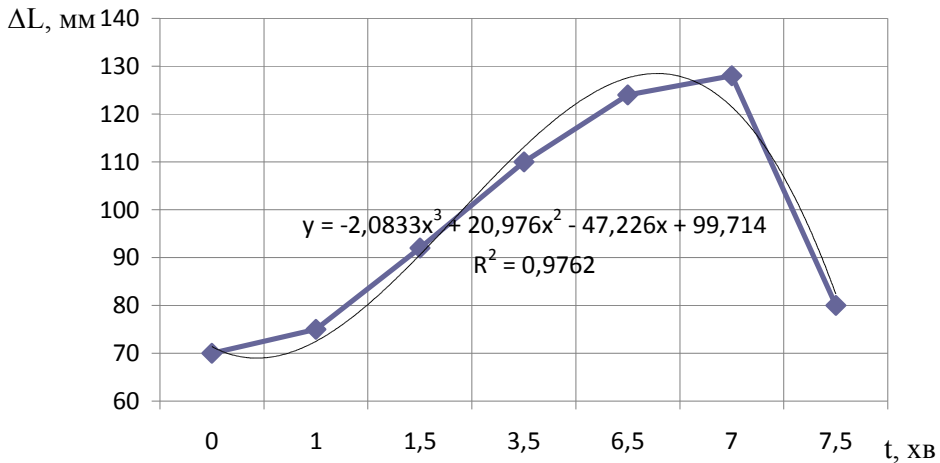


Рис.3. Залежність подовження дійки корови (ΔL , мм) у процесі доїння (t , хв) доїльним апаратом

Довжина дійки у спокійному стані $L_n = 70$ мм, на сьомій хвилині доїння видовжується до $L_k = 120$ мм, що призводить до зменшення діаметра дійки та зміни співвідношення з діаметром присоски. Така динаміка розмірів дійки погіршує функцію дійкової гуми. Необхідно захищати дійку від шкідливої дії вакууму, виключати проникнення вакууму з піддійкової камери в камеру присоски, бо це призводить до подальшого наповнення доїльного стакана на дійку корови.

Така робота доїльного апарата не забезпечує потрібної чистоти видоювання корови, а тому потрібно проводити додоювання.

Повнота видоювання, а отже, і потреба додоювання, залежить від наповнюваності молоком ($V, \%$) вим'я. Так, при наповненості менше 40% разового надою корови її доїти не рекомендується. Як свідчить графічна модель (рис. 4), залежність швидкості видоювання (v , кг/хв) від наповненості ($V, \%$) вим'я описується лінійною моделлю

$$\Delta V = -0,235V + 31,2, \quad (1)$$

при рівні вірогідності апроксимації $R^2 = 0,997$.

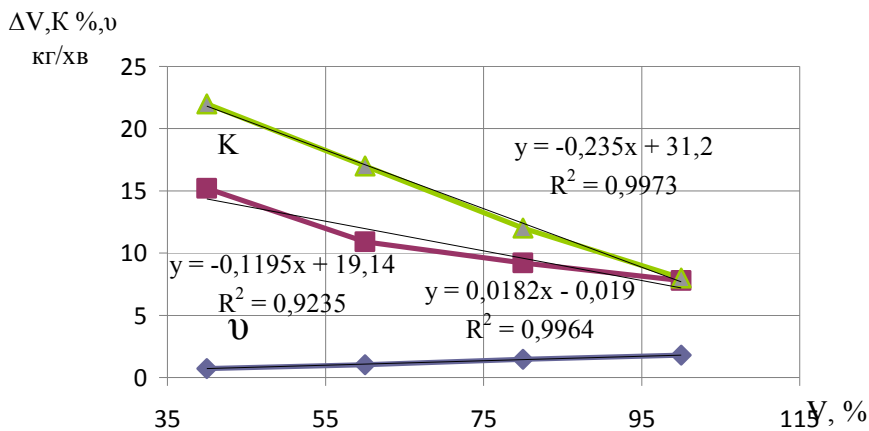


Рис.4. Залежність швидкості видоювання (v , кг/хв), чистоти видоювання (ΔV , %) та наявності кроводоїв (K , %) при доїнні доїльним апаратом від початкового наповнення молоком вимені (V , %)

При цьому, чистота видоювання поліпшується майже втричі при зростанні наповненості з 40 до 100%. Швидкість виведення молока описується лінійною моделлю

$$v = 0,018V - 0,019, \quad (2)$$

при рівні вірогідності $R^2 = 0,996$ та свідчить про зростання інтенсивності молоковіддачі у 2,5 раза, при аналогічному зростанні наповнюваності вим'я.

Суттєво знижується відсоток і кроводоїв (K ,%) при достатній наповнюваності молоком вимені:

$$K = 0,119V + 19,14, \quad (3)$$

при вірогідності $R^2 = 0,923$.

Аналіз показує, що має місце зниження кроводоїв у 2,0 раза.

Таким чином, правильний вибір кратності доїння, що має місце при наповненості вимені ($V \approx 100\%$), дає позитивний клінічний вплив на тварин та забезпечує скорочення затрат часу на видоювання і високу чистоту доїння.

Чистота видоювання сучасними доїльними апаратами залежить також від довжини дійок корови, (рис. 5).

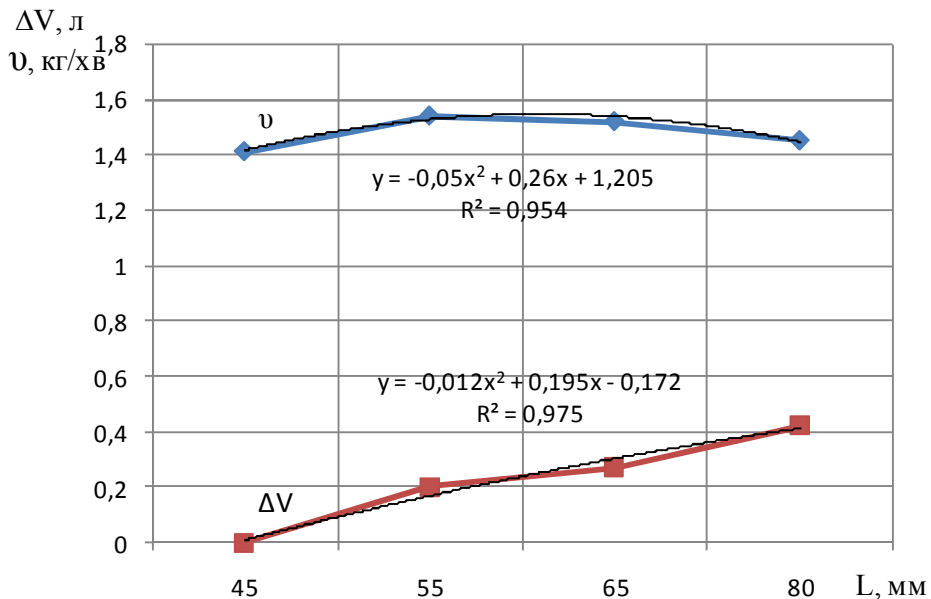


Рис.5. Залежність швидкості видоювання (v , кг/хв) та величини недодою (ΔV , л) від довжини дійки (L , мм) вимені корови при доїнні доїльним апаратом

Чистота видоювання, при цьому, описується математичною моделлю другого порядку

$$\Delta V = -0,012L^2 + 0,195L - 0,172, \quad (4)$$

при вірогідності $R^2 = 0,98$.

Аналіз показує, що збільшення довжини дійки більше $L \geq 55$ мм призводить до зниження чистоти видоювання в 2 рази, тобто недодій складає 420 мл молока, що вдвічі більше допустимого. Тварини з довжиною дійки більше 60 мм не забезпечують чистоти видоюванню відповідно до зоотехнічних вимог, отже мають бути виведені із машинного стада.

Швидкість молоковіддачі, в залежності від довжини дійки, описується залежністю

$$v = -0,05L^2 + 0,26L + 1,205, \quad (5)$$

при вірогідності $R^2 = 0,954$.

При цьому швидкість, за умови збільшення довжини дійки, від 45 мм до 60 мм, зростає майже на 9%, а при $L=80$ мм є рівною початковому рівню. В цілому, фактор довжини дійки несуттєво впливає на інтенсивність молоковиведення.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, основний показник якості роботи доїльного апарата – чистота видоювання визначається неоднозначно багатьма факторами. Це складає значну проблему в конструюванні доїльних апаратів адаптованих до морфофізіологічних параметрів корів. Для вирішення проблеми доцільно провести багатофакторний експеримент зі встановленням залежності, яка записується у загальному вигляді:

$$\Delta V = f(V, W, L, D, d_{np}, P_{np}), \quad (6)$$

де V – наповненість вимені молоком, %; W – форма вимені; L – довжина дійки, мм; D – діаметр дійки, мм; d_{np} – діаметр присоски, мм; P_{np} – вакуум у камері присоски, кПа.

Виконання багатофакторного експерименту має здійснюватись на «машинному стаді», підбраному за морфофізіологічними ознаками відповідно до вимог машинного доїння корів.

На підставі виконаних досліджень, результатом яких є причинно-наслідкові стохастичні залежності, нами встановлено, що:

- на чистоту видоювання, а отже, і на затрати ручної праці впливає форма вимені корови, тому для машинного доїння необхідне «машинне стадо»;

- на затрати ручної праці впливає також наповнюваність вимені корови молоком та кратність доїння. Отже, доїти необхідно лише в час, коли наповнюваність вимені корів рівна або близька до 100%. Наповнюваність вимені також визначає і відсоток кроводоїв та швидкість молоковидедення, яке має бути $v > 1 \text{ кг} / \text{хв}$;

- морфологічні параметри дійок також впливають на затрати ручної праці при доїнні сучасними доїльними апаратами. У процесі доїння довжина дійки збільшується у 1,8...2,1 рази, що порушує оптимальне співвідношення розмірів підсистеми «дійка – дійкова гума», затруднює виведення молока та не сприяє механізації процесу додоювання;

- на чистоту видоювання впливають і параметри доїльного стакана, зокрема, діаметр присоски дійкової гуми.

Література

1. Админ Е.И. Молочная продуктивность и молокоотдача при доении высокопродуктивных пород усовершенствованными аппаратами / Е.И. Админ, В.А. Лискович // IX Междун. симп. по машинному доению с.-х. животных: тез. докл. Оренбург, 1997. – С. 127–129.

2. Постельга С. Сучасна техніка для доїння корів / С. Постельга, І. Цинікін // Техніка і технології АПК : Науково-виробничий журнал. – 2012. – № 1. – С. 9–11.

3. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Ленинград.: Колос, 1978. – 560 с.

4. *Королев В.Ф.* Доильные машины / *В.Ф. Королев.* – М.: Машиностроение, 1969. – 140 с.

5. *Ужик В.Ф.* Адаптивные доильные аппараты: Учебное пособие / *В.Ф. Ужик, А.И. Скляр, О.А. Чехунов.* – Белгород.: Издательство БелГСХА, 2004. – 47 с.

6. *Карташов Л.П.* Сравнительная оценка доильных стаканов по температурным характеристикам сосков/ *Л.П. Карташов, А.В. Цвяк, А.И. Фененко, В.В. Трубников* // Мех и электр. с-х: межведомств. тем. научн. сборник. – Вып. 84.- Глеваха, 2010. – С. 23–26.

7. *Голиков А.Н.* Адаптация сельскохозяйственных животных / *А.Н. Голиков.* – М.: Агропромиздат, 1985. – 215 с.

8. *Шахов В.А.* Методология проектирования доильного оборудования / *В.А. Шахов.* // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 10, ч. 2. – С. 429–432.

9. Хрипин Владимир Александрович. Совершенствование технологии машинного доения и доильный аппарат с изменяющейся нагрузкой на четверти вымени коровы : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Хрипин Владимир Александрович; [Место защиты: Рязан. гос. с.-х. акад. им. П.А. Костычева]. – Рязань, 2007. – 220 с.

10. Выбор и оценка доильных аппаратов и молоковакуумных систем. Методические рекомендации Укр. акад. аграр. наук, Ин-т животноводства / Савран В.П., Бабкин В.В., Пискун В.И. и др. – Укр. акад. аграр. наук, Ин-т животноводства. – Харьков, 2002. – 82 с.
