

УДК 631.22:637.112:636.034

Смоляр В., завідувач лабораторії, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, **Тютюнник Ю.**, молодший науковий співробітник (УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого)

І в молочному скотарстві – напрямок на роботизацію

Наведено аналітичний огляд роботизованих систем доїння корів провідних європейських фірм у галузі молочного скотарства, основні результати обстеження вітчизняної роботизованої молочної ферми, яка нещодавно введена в експлуатацію.

Ключові слова: доїльний робот, доїння корів, молочна ферма, якість молока.

Вступ. Останнім часом у європейських країнах з розвиненим молочним скотарством набули поширення роботизовані доїльні системи, які забезпечують процес доїння корів без участі людини. Досвід їх експлуатації свідчить про те, що технологія, в основу якої покладено мотиваційне доїння, тобто коли тварина сама приходить на доїльну установку в строки, обумовлені її фізіологічною потребою, позитивно впливає на молочну продуктивність корів.

За даними наукових повідомлень [1], застосування роботизованих систем доїння забезпечує постійне і стабільне виконання комплексу необхідних прийомів і операцій, які автоматично повторюються у визначеній послідовності. Завдяки цьому виникає унікальний синтез взаємодії засобів автоматизації з процесом лактації корови. Стереотип автоматичного доїння слугує фізіологічною основою природного вивільнення вимені від молока, що забезпечує легке, швидке і в

необхідній кількості доїння. Кожна корова у відповідності зі своєю природною потребою вільно заходить у доїльний робот у середньому 2,6-2,7 разів, а високопродуктивні (з добовим надоем молока більше 30 л) – 4-5 разів на добу. Така кількість доїнь забезпечує збільшення продуктивності тварин у першій третині лактації – до 18 %, а за всю лактацію – до 10-14 %.

У Німеччині щороку будують та реконструюють близько 3000 корівників, з яких 250-400 облаштовують доїльними роботами. Це обладнання постійно вдосконалюється. Спостерігається збільшення попиту на застосування доїльних роботів. Так, станом на 2003 рік у світі експлуатувалось 2198 доїльних роботів, з них найбільше (600) – в Голландії, а вже до 2013 року лише голландська фірма «LELY» виготовила понад 17000 доїльних роботів «Astronaut».

З огляду на наведене, для впровадження роботизованих доїльних систем, розроблення у подальшому

вихідних вимог з метою їх адаптації в Україні, важливо провести аналітичний огляд функціонування доїльних роботів, оцінити стан використання цього інноваційного обладнання на вітчизняних молочних фермах.

Мета досліджень – провести аналітичний огляд функціонування роботизованих систем доїння корів європейського класу, обстежити доїльні роботи, впроваджені на вітчизняній молочній фермі.

Результати досліджень. Доїльний робот функціонує таким чином. Корова входить у роботизований доїльний бокс, відбувається її ідентифікація і комп'ютер визначає: доїти тварину потрібно саме зараз чи випустити її з боксу. Якщо прийнято рішення про необхідність доїння, в годівницю подається порція концентрованих кормів, а корова зачинається. Після позиціонування корови, приблизно через 10 с, маніпулятор доїльного робота бере пристрій для обмивання вимені та підносить його під вим'я. Після закінчення очищення вимені маніпулятор доїльного робота забирає пристрій для його очищення в спеціальне місце, де він промивається водою та обеззаражується дезінфекційними засобами. Маніпулятор доїльного робота знову переміщується під корову, але вже з доїльним апаратом, і з використанням лазера починається його позиціонування. Точкою відліку слугують передні дійки. Після закінчення позиціонування робот починає послідовно під'єднувати доїльні стакани на дійки, починаючи із задніх часток вимені. Якщо відразу не вдалось під'єднати доїльні стакани, то маніпулятор доїльного робота може зробити ще дві додаткові спроби. Після третьої невдалої спроби він випускає корову та видає повідомлення про це на дисплей комп'ютера, а також подає звуковий сигнал. Однак, як правило, маніпулятор доїльного робота успішно виконує технологічну операцію з під'єднання доїльних стаканів, після чого починається доїння корови. Перші цівки молока, які містять велику кількість бактерій, відводяться в спеціальний резервуар. Молоко з кожної частки вимені надходить по окремому молокопроводу, тестується на наявність захворювання вимені (маститу), також вимірюється надій молока від корови та реєструються показники, які характеризують якість молока. Доїльні стакани знімаються з кожної дійки окремо за ступенем припинення молоковіддачі. Три рази на добу відбувається загальне промивання системи доїння, що в середньому займає по 40 хв.

У процесі запровадження роботизованих систем доїння корів важливо оцінити придатність дійного поголів'я до машинного доїння в умовах використання доїльних роботів. Відомо, що під час формування стада роботизованої молочної ферми вибраковується від 5 % до 15 % корів. Корова для роботизованого доїння повинні відповідати певним вимогам, серед яких:

- висока молочна продуктивність;
- придатні до машинного доїння, однакові за розміром дійки, нижня точка яких повинна бути не нижче 450 мм від рівня підлоги;
- відстань між дійками повинна становити не менше 50 мм;
- придатність корів за темпераментом і поведінкою.

В літературних джерелах [2] відзначено низку найважливіших переваг, що характеризують технологію

виробництва молока з використанням роботизованих систем доїння корів:

- ефективне управління стадом на основі використання інформаційних систем підтримки і прийняття рішень, які дозволяють відстежувати в режимі реального часу показники доїння, годівлі і відтворення корів;
 - оптимізована годівля тварин, що забезпечується за рахунок використання спеціальних програм для формування збалансованих кормових раціонів та автоматизованого дозованого роздавання концентрованих кормів для кожної корови у відповідності з періодом лактації;
 - автоматизація і роботизація основних технологічних процесів, зокрема доїння та годівлі для зменшення виробничих витрат і збільшення прибутковості;
 - підвищення якості молока за рахунок дотримання санітарних вимог під час роботизованого доїння корів, використання технології швидкого й ефективного охолодження молока, що забезпечує конкурентоспроможність виробництва молока на ринку сільськогосподарської продукції та кращу закупівельну ціну;
 - турбота про збереження здоров'я корів на основі своєчасного ветеринарного обслуговування, що позитивно впливає на їх молочну продуктивність, якість продукції та термін господарського використання тварин.
- Усі роботизовані доїльні системи можна умовно розділити на три групи:
- один доїльний бокс з одним доїльним роботом;
 - роботизована система, яка складається з декількох доїльних боксів, що обслуговуються одним доїльним роботом;
 - система, оснащена двома-трьома доїльними роботами, кожен з яких обслуговує кілька доїльних боксів.

Доїльні роботи діють 24 години на добу, з яких 21 година відводиться на процес доїння, а три години необхідні для миття та очищення лазерного сенсора. Один доїльний робот здатний обслуговувати 50-70 корів. На думку німецьких фахівців, до 2025 року доїльні роботи будуть домінувати на молочних фермах з поголів'ям від 50 до 250 корів.

Сучасні доїльні роботи забезпечують отримання високоякісного молока, оскільки в процесі доїння здійснюється контроль його якості за такими показниками: вміст жиру та білка, вміст лактози, електропровідність, температура, кількість соматичних клітин. Застосування доїльних роботів дозволяє оцінювати стан кожної частки вимені і своєчасно виявляти ознаки маститу. Для діагностики субклінічних маститів використовується ключовий параметр – електропровідність молока. Деякі дослідники вважають вимірювання електропровідності молока досить ефективним методом виявлення маститу в клінічній стадії. Для більшої точності діагностики маститу голландські вчені розробили комп'ютерний спосіб з урахуванням змінних величин на дою: температури та електропровідності молока.

В умовах використання доїльного робота є можливість технологічного контролю за стадом. Під час доїння корів реєструється така інформація: активність тварин, жива маса, молочна продуктивність, рівень споживання кормів, залишок кормів у розрахунку на корову, тривалість доїння корів, максимальна швид-

кість молоковіддачі, фізіологічний стан тварин за кількістю соматичних клітин в молоці.

Сьогодні доїльні роботи виготовляють такі фірми: «DeLaval» (Швеція) (рис. 1), «LELY» (рис. 2), «Gaskon Melott», «Galaksi» (Голландія), «BouMatic» (США), «Happel», «Westfalia Surge», «GEA» (Німеччина), «Fullwood» (Англія) (рис. 3), «RMS», «SAC» (Данія) (рис. 4) та інші.

Останнім часом окремі фірми розробили доїльні роботи, які здатні в автономному режимі функціонувати на доїльних установках-майданчиках.



Рис. 1. Загальний вигляд системи добровільного доїння (робот-дояр) «VMS» фірми «DeLaval»



Рис. 2. Доїльний робот «Astronaut» фірми «LELY»



Рис. 3. Доїльний робот «Merlin» фірми «Fullwood»



Рис. 4. Доїльний робот фірми «SAC»



Рис. 5. Універсальний роботизований доїльний апарат фірми «GEA»

Фірма «GEA» розробила унікальний за своїми характеристиками універсальний роботизований доїльний апарат для оснащення доїльних установок-майданчиків «Ялинка», «Паралель», «Тандем», «Карусель» (рис. 5) [3].

Цей модульний доїльний апарат, обладнаний штучним інтелектом, дозволяє проводити автоматичне або напівавтоматичне доїння корів. Інноваційний модуль для доїльних станків виконує всі пов'язані з доїнням операції у формі послідовного робочого процесу одержання молока – від обмивання дійок, здоювання перших цівок молока, власне доїння до дезінфекції дійок після доїння. Завдяки зручному доступу до вимені можливе й напівавтоматичне доїння. Великі молочні ферми можуть використати це обладнання для автоматизації важкої праці під час доїння корів, не змінюючи в таких умовах відрегульованих робочих процесів та технології утримання молочної худоби. Завдяки автоматизації з використанням доїльного модуля можна скоротити витрати праці, що дозволить окупили витрати на технічне оснащення доїльних установок-майданчиків.

Нещодавно в ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області вперше в Україні введено в експлуатацію роботизовану молочну ферму, оснащену доїльними роботами фірми «DeLaval». У легкозбірному приміщенні, в якому обслуговується 400 дійних корів, встановлено вісім доїльних роботів.

Більш детально зупинимось на загальній характеристиці стада роботизованої молочної ферми (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна характеристика стада

Показник	Значення показника
Загальна кількість корів, голів	400
Надій молока на корову за 2013 рік, кг	8000
Середній добовий надій молока на корову, кг	25,6
Добовий валовий надій молока, кг	10258
Рентабельність виробництва молока за 2013 рік, %	42,0
Кількість травмованих корів протягом року, голів	5
Вибракування корів за 2013 рік, %	9,0
Збереження поголів'я, %	98,8

Станом на липень 2014 року на молочної фермі обслуговується 400 дійних корів. Середньодобовий надій молока на корову становить 25,6 кг, добовий валовий надій молока – 10258 кг. Рентабельність виробництва молока за 2013 рік склала 42 %, що є досить високим показником. Збереження поголів'я за даними зоотехнічного обліку – 98,8 % за прийнятної рівня – не менше 98 %, що свідчить про ефективність застосування ресурсощадної технології виробництва молока з використанням роботизованих систем доїння.

Роботизовані системи доїння є пріоритетними не лише через те, що сприяють зменшенню витрат праці власне на процес доїння корів. Один із основних показників – це якість молока. Під час його виробництва особливо важливим є отримання якісної продукції. Для виготовлення молочних продуктів (у тому числі для дитячого харчування, твердих сирів тощо) потрібно прагнути до виробництва та використання високоякісного молока, термостійкості якого повинна бути не нижчою другої групи, а кількість соматичних клітин – не більше 500 тис./см³. Показники якості молока, отриманого з використанням доїльного робота, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Якість молока, отриманого з використанням доїльного робота

Показник якості молока	Значення показника	Вимоги НД [4]
Кислотність, °Т	17	≤ 19
Ступінь чистоти за еталоном, група	1	1
Бактеріальне обсіменіння, тис.КУО/см ³	44	≤ 500
Термостійкість, група	1	Не нижче 2
Масова частка сухих речовин, %	12,5	≥ 11,5
Кількість соматичних клітин, тис./см ³	178	≤ 600
Густина, кг/м ³	1030	Не менше 1027
Масова частка жиру, %	3,9	3,4
Масова частка білка, %	3,2	3,0
Гатунок	Екстра	Перший

Під час обстеження роботизованої молочної ферми визначено показники молокопродукції у корів з використанням доїльного робота (табл. 3). Результати досліджень свідчать про те, що інтенсивність молокопродукції у корів з використанням робота досить

висока. Так, середня інтенсивність молокопродукції за перші три хвилини доїння становить 3,01 кг/хв, а максимальна інтенсивність молокопродукції – 3,88 кг/хв. Також, відзначається високий ступінь видоювання корів за перші три хвилини доїння – 80,1 %. Тривалість часу від початку підготовки вимені до під'єднання доїльного апарата на доїльному роботі становить 116 с (за фізіологічними нормами – 60 с).

Таблиця 3

Показники молокопродукції у корів під час доїння з використанням доїльного робота

Показник	Значення показника
Загальний час доїння, хв	4,82
Загальний разовий надій молока, кг	11,27
Середня інтенсивність молокопродукції в цілому за доїння, кг/хв	2,57
Максимальна інтенсивність молокопродукції, кг/хв	3,88
Середня інтенсивність молокопродукції за перші три хвилини доїння, кг/хв, у тому числі:	3,01
– за першу хвилину	3,72
– за другу хвилину	3,02
– за третю хвилину	2,29
Ступінь видоювання корів, %:	
– за першу хвилину	33,0
– за дві хвилини	59,8
– за три хвилини	80,1
Тривалість часу від початку підготовки вимені до під'єднання доїльного апарата, с	116,2

За даними комп'ютеризованого зоотехнічного обліку роботизованої молочної ферми також було досліджено залежність кількості доїнь від періоду лактації.

За даними наукових повідомлень [5], для новоотелених високопродуктивних корів, що характеризуються високим рівнем продукування молока у перші три місяці лактації, кратність доїння повинна становити щонайменше три рази.

У господарських умовах за мотиваційного добровільного доїння роботом найбільшу кратність доїння (три рази на добу) зареєстровано у корів на третьому місяці лактації.

Доцільно дещо детальніше зупинитись на проблематиці захворювання корів маститом на сучасних молочної фермах, у тому числі роботизованих.

Багаторічний досвід та результати досліджень у сфері діагностики і профілактики маститів засвідчують, що рівень захворювання корів на мастит стада в цілому не повинен перевищувати 15 % [6].

За даними комп'ютеризованого зоотехнічного обліку роботизованої молочної ферми встановлено, що рівень захворювання корів маститом на роботизованій молочної фермі не перевищує 15 % і становить лише 5,5 % (табл. 4).

Таблиця 4

Рівень захворювання корів маститом на роботизованій молочної фермі (n = 400)

Показник, %	Значення показника
Захворювання корів на мастит, всього	5,5
у т.ч.: клінічною формою	2,75
субклінічною формою	2,75

Система добровільного доїння контролює захворювання корів на мастит за показниками якості молока. За показником MDI реєструється захворювання

корів маститом, дані заносяться в комп'ютер. Якщо MDI знаходиться в межах 1,2-1,4 – то це є норма, більше 1,4 – це свідчить про наявність субклінічного маститу, а більше 1,8 – корови хворіють на клінічний мастит. За даними комп'ютеризованої системи добровільного доїння встановлено, що всього хворих корів налічується 22 голови, одинадцять з них мають MDI більше 1,4, тобто хворі на субклінічний мастит і одинадцять мають MDI більше 1,8, тобто хворі на клінічний мастит.

Результати обстеження корів на захворювання маститом свідчать про досить високий рівень виконання технологічних операцій з доїння корів в умовах використання роботизованої доїльної системи.

Висновки.

Аналітичний огляд функціонування роботизованих систем доїння корів європейського класу і обстеження доїльних роботів, впроваджених на вітчизняній молочній фермі, висвітлює такі тенденції:

- використання електронних засобів для створення фізіологічно адекватного стереотипу під час доїння корів;
- застосування роботизованих систем доїння корів, які суттєво знижують витрати праці під час виробництва молока;
- використання доїльних роботів, які дають змогу перевести тварин на мотиваційне доїння;
- застосування роботизованих доїльних систем, які забезпечують у великій мірі зберігання первинних властивостей молока, що надходить у доїльний апарат з вимені корів;
- доїльні роботи використовують лише на одній вітчизняній молочній фермі; обстеження інноваційного доїльного обладнання засвідчило про актуальність впровадження роботизованих доїльних систем і розроблення у подальшому «Вихідних вимог щодо використання роботизованих систем доїння корів для різних типорозмірів ферм» з метою їх адаптації в Україні.

Список літератури

1. Науменко О.А. Роботизация процессов доения коров – путь к ресурсосбережению / О.А. Науменко, И.Г. Бойко // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 1, Т. 3. – С. 19-24
 2. Луценко М. Технологические и технические предпосылки создания молочных ферм нового поколения / М. Луценко, И. Кудлай // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке, 2012. – Вип. 16 (30), кн. 2. – С. 275-282.
 3. Смоляр В. Техніко-технологічні новинки на виставці «EuroTier 2012» / В. Смоляр, В. Ясенецький // Техніка і технології АПК. – 2013. – № 2. – С. 45 – 47.
 4. ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі».
 5. Смоляр В.И. Молочная продуктивность коров в условиях поточно-цеховой системы содержания, механизированного и автоматизированного доения : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 21.06.1988 / В.И. Смоляр; [Украинская с.-х. академия]. – К., 1987. – 23 с.
 6. Смоляр В. Рівень захворювань корів на мастит за використання різних типів доїльних установок / В. Смоляр // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 1. – С. 17-19.
- Анотація.** Представлено аналітичний обзор роботизированных систем доения коров ведущих европейских фирм в отрасли молочного скотоводства, основные результаты обследования отечественной роботизированной молочной фермы, которая недавно введена в эксплуатацию.
- Summary.** The analytical review of robotic milking cows systems of leading European companies in the field of dairy farming, the main results of the survey in the first approximation of domestic robotic dairy farm, recently put into operation are presented.

Стаття надійшла до редакції 7 жовтня 2014 р.