

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИЗОВАНОГО ДОЇННЯ КОРІВ

Легкодух В. А., аспірант

Луценко М. М., доктор сільськогосподарських наук, професор

Білоцерківський національний аграрний університет

У статті представлено аналітичний огляд технології «мотиваційне доїння», яка суттєво змінила не тільки підхід до доїння корів, а й власне саму технологію виробництва молока на фермі, де в центрі уваги знаходиться тепер не фермер, а тварина з її фізіологічними та етологічними потребами і заклала фундамент у майбутнє молочного скотарства. Описано історію створення, будову та принцип роботи автоматизованих систем доїння, їх поширення в Україні та світі. Вказано основних виробників роботизованого доїльного обладнання та висвітлено переваги і недоліки технології роботизованого доїння. Сформовано ряд пропозицій з метою успішного поширення і введення в експлуатацію роботизованих систем доїння.

Ключові слова: *робот-дояр, «інтелектуальна ферма», «мотиваційне доїння», молочне скотарство, інноваційні технології.*

Постановка проблеми. З самого початку ведення молочного скотарства людина є заручником своєї діяльності. Адже необхідність постійного догляду за тваринами, їх доїння, заготівля і приготування кормів вимагають великих затрат праці і часу. Тому з розвитком науково-технічного прогресу вчені різних країн почали шукати способи у подоланні проблем управління молочною фермою та оптимізації робочого часу, що згодом вилилося у концепцію «інтелектуальна ферма», яка спрямована на створення фундаменту майбутнього молочного скотарства.

В основу концепції покладено інноваційні технології максимальної автоматизації та роботизації усіх технологічних процесів, що надають господарству необхідні інструменти, а також важелі впливу для прийняття необхідних рішень щодо підвищення якості молока, управління стадом і збільшення продуктивності корів та рентабельності виробництва продукції. Такий підхід повинен задовольняти етологічні та фізіологічні потреби тварин і, нарешті, звільнити виробника тваринної продукції від тяжкої і монотонної фізичної праці, що, в свою чергу, зробить молочне скотарство привабливою сферою людської діяльності.

Мета статті. Провести аналітичний огляд технології «мотиваційного доїння». Розглянути причини та історію створення, а також будову і принцип роботи роботизованих систем доїння і їх поширення в Україні і світі. Вказати основних виробників цих систем та висвітлити переваги і недоліки роботизованого доїння.

Аналіз актуальних досліджень і публікацій.

Відомо, що доїння корів на фермі є найбільш трудомістким, складним і відповідальним процесом у технології виробництва молока та займає до 70% усіх виробничих витрат [1-3]. Тому, останніми десятиліттями у ряді європейських країн було розроблено та впроваджено у виробництво роботизовані системи доїння, що згодом набули поширення у світі, оскільки з їх використанням не лише знижуються трудові затрати, а й фермер стає вільним, позбуваючись необхідності цілодобово перебувати на фермі. До того ж роботизовані системи забезпечують комфортне видоювання корови відповідно до її фізіологічних потреб та максимального накопичення молока у вимені [4-6].

Поява роботів-доярів у молочному тваринництві зробила технічний та технологічний прорив у галузі, забезпечила її вихід на принципово новий, сучасний рівень, змінила зв'язки у біотехнічній системі доїння. Їх використання зробило суттєво інакшим не тільки підхід до доїння корів, а й власне саму технологію виробництва молока на фермі, де в центрі уваги тепер знаходиться не фермер, а тварина з її фізіологічними і етологічними потребами [5, 7, 8].

В основу нової технології закладено так зване «мотиваційне доїння» або «добровільне доїння», коли корови видоюються не за розпорядком дня, а за бажанням самої тварини, що з'являється лише тоді, коли усі її фізіологічні функції, пов'язані з доїнням досягають максимального рівня [5].

Дослідженнями Луценко М. М., Зволейко Д. В. встановлено, що корови у відповідності зі своєю природною потребою заходять у робот на доїння у середньому 2,6-2,7 рази, а високопродуктивні (з добовим надоем більше 30 л.) – 4-5 разів на добу, що повністю забезпечує фізіологічну потребу тварин у кількості доїнь, порівняно з традиційною технологією (дво- чи триразовим доїнням) за розпорядком дня. Така кількість доїнь забезпечує збільшення продуктивності корів у першій третині лактації – до 18%, а за всю лактацію – до 10-14% [5].

Проектування і розроблення роботизованих систем доїння почали ще наприкінці 70-х років минулого століття одночасно всі основні виробники доїльного обладнання, такі як «LELY Industries N.V.» (Нідерланди), «Gascon Melott» (пізніше увійшла до складу «BouMatic» США), «Insentec» (Нідерланди), «DeLaval» (Швеція) та інші. І вже з 1992 року у Голандії почали використовувати на практиці автоматизовані системи доїння (робот-маніпулятор компанії «LELY Industries N.V.»). А комерційний вихід технології на ринок відбувся у 1992 році, коли компанія «DeLaval» представила на широкий загал свого робота-дояра [4, 9, 10].

На сьогоднішній день доїльні роботи виготовляють такі фірми: «DeLaval» (Швеція), «LELY», «Gascon Melott», «Galaksi» (Голландія), «BouMatic» (США), «Happel», «Westfalia Surge», «GEA» (Німеччина), «Fullwood» (Англія), «RMS», «SAC» (Данія) та інші. Останнім часом окремі фірми розробили роботів, які здатні в автоматичному режимі функціонувати на доїльних установках – майданчиках [11, 12].

Всі роботизовані доїльні системи, що існують у світі, можна розділити на три групи: один доїльний бокс з роботом маніпулятором; роботизована система, що складається з декількох доїльних боксів, які обслуговуються одним роботом; система, яка оснащена двома і більше роботами, кожен з яких обслуговує кілька доїльних боксів [4, 10, 13, 14].

Загальноприйнятій робот-дояр складається з чотирьох основних частин:

- доїльного боксу для корови;
- машинного відділення;
- руки-маніпулятора;
- панелі управління.

Основним робочим елементом роботизованої системи доїння є багатофункціональний маніпулятор, сконструйований за принципом людської руки, що забезпечує процес доїння, незважаючи на різноманітну форму й розташування вимені, а також при відхиленні дійок до 450.

Рука-маніпулятор має три основні частини:

- привідна частина;
- рука в зборі;
- тримач доїльних стаканів.

Швидкий та точний пошук дійок забезпечується за рахунок високоточної системи, оснащеної оптичною камерою спостереження з двома лазерами. Для швидкої роботи з особливо складними формами вимені машина дозволяє вибрати зручну схему пошуку дійок для кожної тварини, самостійно визначає розташування дійок та зберігає інформацію в базі даних. Привід маніпулятора може бути різним. На відміну від пневматичного приводу гідравлічний більш надійний і вимагає менших витрат на сервісне обслуговування [4, 15-17].

Робот спочатку мие (або чистить щітками без наступного висушування) вим'я, висушує його, здоє перші цівки молока, визначає електропровідність і тим самим якість молока і тільки потім видоє тварину. Молоко низької якості видоюється в окрему ємність. Після доїння проводиться дезінфекція і висушування дійок, а також ретельна дезінфекція усієї установки після кожної корови.

Система, крім доїння, здійснює також облік молока по кожній чверті вимені окремо. Чотири оптичних лічильники (по одному для кожної чверті) реєструють рівень надоев, швидкість молоковіддачі по кожній чверті вимені, тривалість доїння та рівень крові у молоці. Процес очищення реєструється у програмі управління машини, що дозволяє контролювати санітарно-гігієнічний стан устаткування [4, 10, 18].

Один робот здатний обслуговувати у середньому 50-70 корів. Він дозволяє однаково ефективно контролювати багато інших технологічних факторів як у великих, так і малих господарствах.

Такий підхід дозволяє повністю контролювати продуктивність тварин та виявляти і лікувати мастит на ранніх стадіях [10, 19-21].

Основна перевага доїльних роботів, порівняно з традиційними системами, це можливість цілодобової роботи впродовж 24 годин, з яких 21 година відводиться на процес добровільного доїння, а 3 години необхідні для трьох циклів миття та очищення лазерного сенсора.

До переліку інших переваг використання технологій роботизованого доїння корів слід насамперед віднести такі [10, 21-23]:

- повна автоматизація процесів і ефективно та гнучке використання робочого часу та зменшення фактора трудомісткості у собівартості виробництва продукції;

– обов'язкове якісне виконання усіх операцій, пов'язаних з доїнням та дезінфекцією вимені;

– індивідуальний режим доїння для кожної чверті вимені, що забезпечує максимально можливі у промислових умовах комфортне доїння та ризик розповсюдження інфекції;

– покращення умов утримання тварин, зниження захворюваності корів маститом та подовження терміну їх господарського використання;

– суттєве підвищення якості молока, що відповідає усім екологічним вимогам безпечного виробництва продукції, а відповідно і його ціни;

– підвищення молочної продуктивності високопродуктивного стада;

– економія матеріалів на будівництво доїльної зали;

– підвищення рентабельності виробництва молока у цілому.

Зважаючи на такі переваги використання, роботизовані системи доїння останнім часом широко застосовуються у країнах Європи та Америки.

У світі сьогодні налічується, за різними експертними оцінками, вже понад 6000 ферм із системами автоматичного доїння. Найбільш поширене роботизоване доїння корів у країнах Європи. Зокрема, значна кількість роботів-доярів зосереджена в Данії, Нідерландах, Німеччині, Швеції, Великобританії та Франції.

Нині в Європі уже працює понад 10 тис. роботизованих доїльних систем. У Німеччині щороку будують або реконструюють близько 3000 корівників, з яких 250 – 400 облаштовують таким обладнанням [4, 22-26].

У країнах СНД роботизоване доїння почало з'являтися з другої половини 2000-х років, зокрема у 2007 році у Росії, а також Білорусі та Казахстані. Так у галузі молочного скотарства країн СНД за останні сім років було впроваджено 300 і більше станцій добровільного доїння компанії DeLaval. Зокрема, найбільше в Росії – близько 232, Білорусі – 30, Казахстані – 16 і Туркменістані – 4 [27].

Наприкінці 2012 р. і на початку 2013 р. у селі Вільна Тарасівка, Білоцерківського району, Київської області було офіційно відкрито першу в Україні ферму з роботизованими доїльними установками виробництва компанії DeLaval.

Молочний комплекс має 8 станцій добровільного доїння, середнє навантаження на кожну 65-70 корів на добу. Добове валове виробництво молока – 6 тонн із бактеріальним забрудненням 20-50 тис./см³ і наявністю соматичних клітин на рівні – 80-100 тис./см³ [1, 5, 21, 27].

Згодом 7 липня 2015 року відбулося перше доїння роботом-доярком при відкритті нової ферми в селі Почуйки Житомирської області потужністю 500 голів. Молочний комплекс також має 8 станцій добровільного доїння компанії DeLaval та є плани щодо впровадження ще одного проекту аналогічної ферми з роботами-доярами компанії LELY Industries [28].

Також у селі Клишки Шостинського району Сумської області було вперше в Україні впроваджено роботизоване доїння на базі фермерського господарства «Озон», що має 150 дійних корів і 80 телиць, яких обслуговують три роботи-дояри німецької фірми «GEA». Від решти попередніх проектів ферма відрізняється тим, що тут роботи встановлено не в новозбудованих, а у реконструйованих приміщеннях [29].

На початку червня 2017 року в селі Новокрасівка Нікольського району Донецької області запустили дві станції добровільного доїння фірми DeLaval. Це уже четверте діюче господарство з виробництва молока, яке використовує систему роботизованого доїння.

Наразі два роботи обслуговують 100 корів – дві секції по 50 голів. Ще два роботи працюють після завершення реконструкції другого корівника. Загалом система розрахована на 240 голів [30].

Однією з головних перешкод, що стримує в Україні та і світі впровадження роботизованого доїння корів – є його висока вартість. За критерієм співставлення відношення вартості одного умовного місця у тваринницьких приміщеннях із розрахунку на корову роботизовані станції добровільного доїння набагато поступаються аналогічному за функцією сучасному автоматизованому доїльному залу, навіть у лінійці обладнання однієї і тієї ж самої компанії.

Дозволити собі сьогодні придбати роботизовану систему добровільного доїння в Україні можуть поки що лише агрохолдинги або ж великі сільськогосподарські підприємства. Адже вартість обладнання внаслідок девальвації гривні досить суттєво зросла останніми роками, проте не є абсолютно невід'ємною для інвестора, що має намір займатися виробництвом високоякісного молока [4, 27].

До ряду недоліків роботизованих систем доїння слід віднести [4, 31-33]:

– непридатність до роботизованого доїння 10-15% корів від загального поголів'я за морфологічними ознаками вимені;

– непридатність до роботизованого доїння 10-15% корів від загального поголів'я за етологічними показниками;

– мала кількість розроблених проектів в Україні як нових, так і реконструйованих ферм з роботизованим доїнням;

– недостатня кількість в Україні висококваліфікованих кадрів з обслуговування роботизованих систем доїння;

– консервативність великої кількості виробників молока, які не сприймають, що робот-дояр є повноцінною заміною людини-оператора машинного доїння.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Технологія роботизованого доїння є перспективною для молочного тваринництва України. Вона звільняє фермера від обтяжливої праці, є найбільш фізіологічною для тварин, покращує контроль і управління виробництвом та забезпечує високу якість молока.

Тому, для широкого її впровадження найближчими роками необхідно: залучення підтримки держави по створенню нових ферм з роботизованими системами доїння, зокрема розроблення проектів створення різних типорозмірів таких ферм шляхом нового будівництва і реконструкції існуючих приміщень, проведення селекційної роботи в напрямку створення високопродуктивних стад, придатних до роботизованого доїння, підготовку висококваліфікованих кадрів з обслуговування роботизованих систем доїння і проведення науково-дослідної роботи з напрямків пошуку нових матеріалів для створення роботизованих систем доїння, що сприятиме значному здешевленню установки і зробить її доступнішою для широкого загалу виробників молока.

Список використаних джерел:

1. Луценко М.М. Перспективні технології виробництва молока: монографія / М.М. Луценко, В.В. Іванишин, В.І. Смоляр. – К.: Академія, 2006. – 192 с.
2. Борщ О.В. Ефективність застосування різних доїльних установок на молочних фермах / О.В. Борщ // Вісник Харківського НТУСГ. Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві. – 2010. – №95. – С. 7.
3. Палій А.П. Технологія доїння високопродуктивних корів на сільськогосподарських підприємствах Слобожанщини / А.П. Палій // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2011. – №4(50). – С. 254-257.
4. Роботизированные системы в животноводстве : учебное пособие / А.А. Науменко, А.А. Чигрин, А.П. Палий и др. – Харьков : ХНТУСХ ім. Петра Василенка, 2015. – 171с.
5. Луценко М.М. Ефективність використання роботизованих систем доїння / М.М. Луценко, Д.В. Зволейко // Техніка і технології АПК. – 2013. – № 5. – С. 13-15.
6. Применение доильной робототехники в регионе / Е.А. Скворцов, Е.Г. Скворцова, В.И. Набоков, П.С. Кривоногов // Экономика региона. – 2017. – №1. – С. 249-260.
7. Науменко О.А. Роботизация процессов доения коров – путь к ресурсосбережению / О.А. Науменко, И.Г.Бойко // Науковий вісник ТДАУ. – Мелітополь, 2011. – №1(3). – С. 19-24.
8. Karttunen J.P. Occupational health and safety of Finnish dairy farmers using automatic milking systems [Електронний ресурс] / J.P. Karttunen, R.H. Rautiainen, and S. Lunner-Kolstrup // Front. Public. Health. – Режим доступу до ресурсу : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2016.00147/full>
9. Воробйов Г. Розумна ферма / Г. Воробйов // The Ukrainian Farmer. – 2011. – С. 92-93.
10. Смоляр В. І в молочному скотарстві – напрямом на роботизацію / В. Смоляр, Ю. Тютюнник // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 11. – С. 31-35.
11. AutomatischeMelksysteme: AktuelleModelle [Електронний ресурс] 2015. – Режим доступу до ресурсу : <https://www.agrarheute.com/tier/rind/automatische-melksysteme-aktuelle-modelle-446068>
12. Harms J., Wanner L. 2011. Automatisches Melken / J. Harms, L. Wanner // Institut für Landtechnik und Tierhaltung. – 2011. – 53р.
13. Кормановский Л.П. Развитие роботизации доения коров / Л.П. Кормановский // Вестник ВНИИМЖ. – 2013. – №2 (10). – С. 78-81.
14. Обзор доильного оборудования: отличия и модификации доильных аппаратов и установок [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу : http://www.russkayaferma.ru/stati/obzor_doilnogo_oborudovaniya_otlichiya_i_modifikatsii_doilnykh_apparatov_i_ustanovok/#robot
15. Кирсанов В.В. Концепция создания доильного робота, совместимого с отечественным доильным оборудованием / В.В. Кирсанов, Ю. А. Цой, Л.П. Кормановский // Вестник ВНИИМЖ. – 2016. – №3 (23). – С. 13-20.
16. Каталог продуктов и услуг ДеЛаваль : DeLaval. – 2012. – 376 с.
17. Третьяков Е.А. Применение робототехники при производстве молока / Е.А. Третьяков, У.В. Харченко // Наука и инновации в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практич. конф. ФГОУВПО “КГСА им. И.И. Иванова”. – Курск, 2011. – Ч. 2. – С. 297–299.
18. Мишуров Н.П. Роботизированные системы в сельскохозяйственном производстве / Н.П. Мишуров, Н.Ф.Соловьева, Ю.А. Цой // Науч. аналитический обзор : Росинформагротех – М., 2009. – 133 с.
19. Ясенецький В. Доїльні роботи – майбутнє молочних ферм / В. Ясенецький // Техніка і технології АПК. – 2013. – № 5. – С. 26-29.

20. Производственные показатели доения коров на установках «Карусель» и «Робот» / С. Винницки, Й.Л. Юговар, Б. Мусельска и др. // Вестник ВНИИМЖ. – 2011. – №4 (4). – С.68-77.
21. Зволейко Д. Удосконалення систем доїння в Україні / Д. Зволейко // Тваринництво України. – 2013. – № 11. – С. 39-42.
22. Палій А. П. Застосування роботизованих систем як шлях підвищення ефективності процесу отримання молока / А. П. Палій, О. А. Науменко, О. А. Чигрин // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – 2016. – Вип. 170. – С. 66-60.
23. Смоляр В. Рівень захворювань корів на мастит за використання різних типів доїльних установок / В. Смоляр // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 1. – С. 17-19.
24. Bonsels T. Melkroboter: So klappt der Einstieg / Т. Bonsels // Top Agrar. – 2008. – Р. 34-38.
25. DE Koning K., Rodenburg J. (2004). Automatic milking: State of the art in Europe and North America / K. DE Koning, J. Rodenburg // Wageningen Academic Publishers. – Wageningen, The Netherlands, 2004. – Р. 27-37.
26. Tousova R. The comparison of milk production and quality in cows from conventional and automatic systems / R. Tousova // Journal of Central European Agriculture. – Zagreb, 2014. – №4. – Р. 115–123.
27. Керсанюк Ю. Роботизоване доїння корів: окупність інвестицій / Ю. Керсанюк // Агробізнес сьогодні. – 2015. – № 17 (312). – С. 48–52.
28. Корівник щасливих корів [Електронний ресурс] // Молоко і ферма. – серпень 2017. – № 4 (41) – Режим доступу до ресурсу: <http://magazine.milkua.info/indexukr.php?id=254>.
29. Новий вимір українського села: на Сумщині корів доять роботи [Електронний ресурс]: Сумська ТПП. – 2018 – Режим доступу до ресурсу: <http://www.cci.sumy.ua/news/145/4329/>
30. Корівник щасливих корів [Електронний ресурс] // Молоко і ферма. – серпень 2017. – № 4 (41). – Режим доступу до ресурсу: <http://magazine.milkua.info/indexukr.php?id=254>.
31. DeLaval : Instruction Book VMS Best Practices. – 2008. – 212 с.
32. Heike Diez. Erstellung eines Leitfadens zur Verbesserung der Eutergesundheit in Betrieben mit automatischen Melksystemen : Masterarbeit : Technische Universität München. – 2014. – 133 r.
33. Tina Müller. Automatische Melksysteme: Auswirkungen der Umstellung und des Einsatzes i bayerischen Milchviehbetrieben // Bachelorarbeit : Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft, Studiengang Landwirtschaft, Freising. – 2012. – 118 r.

В. А. Легкодух, М. М. Луценко. Перспективы развития технологии роботизированного доения.

В статье приведён аналитический обзор технологии «мотивационное доение», которая существенно изменила не только подход к доению коров, но и собственно саму технологию производства молока на ферме, где в центре внимания находится теперь не фермер, а животное с ее физиологическими и этологическими потребностями. Описана история создания, устройство и принцип работы автоматизированных систем доения, их распространение в Украине и мире. Указаны основные производители роботизированного доильного оборудования и освещены преимущества и недостатки технологии роботизированного доения. Сформирован ряд предложений с целью успешного распространения и введения в эксплуатацию роботизированных систем доения.

Ключевые слова: робот-дойар, «интеллектуальная ферма», «мотивационное доения», молочное скотоводство, инновационные технологии.

V. A. Lehkodukh, M. M. Lutsenko. The perspectives for the development of robotized milking systems technology.

The analytic observation of technology “motivated milking” technology is provided. The technology has significantly changed not only the approach to the cows milking, but the technology of milk production on the farm where in the center now is not the farmer but an animal with its physiological and ethological needs. The technology has laid a fundament to the future dairy farming. The history of creation, structure and functioning principle of automated milking systems, their spread in Ukraine and in the world was described. The main producers of robotized dairy equipment and the advantages and disadvantages of robotized milking technology was described. A number of proposals was formulated for successful distribution and exploitation of robotized milking systems.

Key words: milking robot, “intellectual farm”, “motivated milking”, dairy cattle breeding, innovative technologies.