

Ачкевич О.М.¹,

Ачкевич В.І.²,

¹Національний університет
біоресурсів та природокористування
України,

м.Київ, Україна
E-mail: achkevych@gmail.com,

²Компанія «Аврора-сервіс»,
м.Київ, Україна

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КОЛЕКТОРІВ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ОТРИМАНОГО МОЛОКА

УДК 637.116

В роботі проаналізовано вплив конструкцій колекторів доїльних апаратів на якість отриманого молока. Визначено основні напрямки покращення відведення молока з доїльного апарата в верхній молокопровід та зниження негативного впливу на мікроструктуру молочного жиру.

Ключові слова: молокопровід, доїльний апарат, колектор, якість молока, пульсація, конструкція колектора, режим транспортування.

Актуальність проблеми. Технологія виробництва на молочній фермі повинна відповідати сучасним вимогам і забезпечувати рентабельне отримання високоякісного молока з оцадним ставленням до збереження здоров'я тварин. Якість молока залежить від багатьох факторів: кормової бази, умов утримання, санітарного стану та технічних характеристик обладнання. За статистичними даними в нашій країні господарствами різних категорій виробляється молоко екстра гатунку близько 6 %, вищого гатунку – 32 % та першого гатунку на рівні 60% [1]. Причому, молоко вищих гатунків отримується в господарствах промислового типу.

Основними показниками, які визначають якість молока є масова доля жиру, білка, щільність, кількість соматичних клітин (КСК), вміст вільних жирних кислот (ВЖК), загальне бактеріальне забруднення (ЗБК) та точка замерзання (ТЗ). Серед факторів які впливають на показники якості молока виділяють дві основні групи – контрольовані та неконтрольовані [2].

До контрольованих факторів можна віднести наступні: обробка вимені корів перед доїнням, забезпечення належного санітарного стану доїльного обладнання та ефективна первинна обробка молока у господарстві. До неконтрольованих належить: технологічна схема доїльної установки, режим роботи доїльного апарата (попарний, одночасний, комбінований, зі стимулюючими системами чи без них, з адаптованою частотою пульсатора до швидкості доїння та ін.), конструкційні особливості доїльного апарата (об'єм колектора, діаметри молочних шлангів, просторове розміщення отвору для впуску повітря і т. д.). З цього походить, що технічний рівень доїльного обладнання має великий вплив на якість кінцевого продукту.

Аналіз останніх публікацій по даній проблемі. Доїльні установки, які сьогодні використовуються в Україні суттєво відрізняються одна від одної як за конструкцією так і за організацією технологічного процесу машинного доїння корів. Жодне обладнання, що використовується в галузі тваринництва не контактує так близько із живим організмом як доїльний апарат. Мінімальний вплив на фізіологічний стан тварин під час доїння є запорукою збереження здоров'я молочної залози та якості отриманого молока.

Високий технічний рівень в цьому плані має зарубіжне доїльне обладнання. Але використання дорогого імпортного обладнання не завжди економічно обґрунтовано для вітчизняних молочних ферм, що розвиваються. Також не завжди технічно-технологічні показники сучасного обладнання влаштовують вітчизняних виробників.

Важливим є збереження якості молока при машинному доїнні. Існує проблема виведення видоеного молока з молокозбірної камери колектора у верхній молокопровід

(для доїльних установок типу «молокопровід»), особливо це стосується процесу машинного доїння високопродуктивних корів, коли має місце несвоєчасне відведення молока із колектора та пульсація потоку в молочному шлангові. За даними досліджень [3] встановлено, що при доїнні у верхній молокопровід втрати молочного жиру становлять від 0,16 до 0,3 %. Крім того збовтування молока в молочних шлангах створює багато піни, вміст жиру в якій досягає 12–15 %. Найбільша кількість мікроорганізмів знаходиться у змивах з колектора та з молокопроводу. Причиною є недотримання та порушення технології доїння [4]. Це вимагає посилення уваги до технології доїння оскільки через її порушення, втрати молока можуть становити від 25 до 30 % [5]. В результаті неповного видоювання молока із вим'я втрачається до 12 % його жирності [5, 6].

Аналіз систем утримання та виробництва молока. Проаналізувавши системи утримання та виробництва молока в Європі та світі стає зрозуміло що стійлове утримання та доїння в молокопровід досить широко використовується. Так, наприклад, в Канаді та США існує близько 9400 ферм з кількістю корів до 100 які доять в стійловий молокопровід та отримують якісне молоко. Для країн Європи, цей показник складає близько 60000 ферм із середнім поголів'ям 30 корів [7]. В Німеччині на малих фермах з стадом до 30 корів використовують стійлове утримання майже 85 % фермерів [8]. Західні експерти стверджують, що для стада до 80 корів використання прив'язного утримання та доїння у молокопровід є економічно обґрунтованою альтернативою доїнню в доїльних залах. В Канаді більшість ферм штату Квебек застосовує прив'язне утримання корів. За даними статистичних даних (Milk.ua.info.) існуючих молочних ферм України об'єм виробленого молока в Україні екстра та вищого ґатунку був отриманий на різних установках, що використовуються в господарствах.

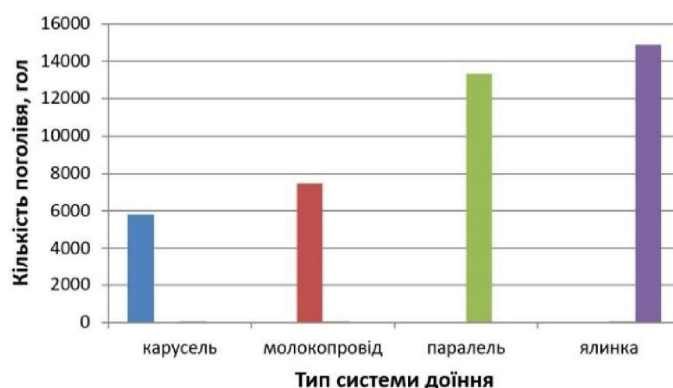


Рис. 1 – Розподіл поголів'я за типами систем доїння в Україні

Аналіз приведених даних свідчить, що досягти високих надоїв та забезпечити високу якість молока при прив'язному утриманні корів цілком можливо за умови використання сучасного надійного доїльного обладнання та дотримання санітарно-гігієнічних вимог відповідно до технології утримання.

Одним із факторів зниження якості молока є конструкційні особливості колектора. Процеси у молочній камері приводять до спінювання молока, що погіршує не тільки умови його транспортування, але і спричиняє значні втрати жирності уже на етапі збору молока у колекторі.

Аналіз існуючих конструкцій колекторів доїльних апаратів. Колектор, як один із основних складових доїльного апарата, призначений для збору молока від доїльних стаканів, формування порцій молокоповітряної суміші та її видалення з молокозбірної камери до молокопроводу. Колектори бувають дво-, три-, чотирикамерні, а за схемою відведення молока з нижнім та верхнім відводом. На ринку представлені колектори різних виробників, виготовлених з різних матеріалів, з різними об'ємами молочних камер, різним дизайном та іншими конструкційними та технологічними особливостями.

До колектора пред'являють наступні вимоги:

- колектор повинен виключати перехресне зараження четвертей вимені однієї корови. Цього можна досягти за рахунок відділення окремих камер або зворотного клапана;
- потік молока через колектор повинен бути рівномірним;
- мінімізація коливання вакууму під дійкою в такті ссання з метою зниження піноутворення.

Деякі компанії збільшують об'єм молочної камери для зниження піно-утворення, відповідно, знижуються втрати жиру та перенесення мікробів. Але це не завжди приводить до зниження коливання вакууму, особливо при доїнні тварин з високою продуктивністю. Слід врахувати, також, що молокопровідний шлях ділиться на дві частини: до колектора та після колектора.

Основна відмінність конструкцій колекторів полягає саме у об'ємі молокозбірної камери колектора, як одне із можливих рішень збереження стабільного тиску та зниження спінювання молока. Але таке рішення не завжди дає бажаний результат.

Колектор фірми ТДМ має незвичну форму в вигляді лійки, що дозволяє швидко формувати порцію видоєного молока в молочному шлангові для подальшого безперешкодного видалення в молокозбірник. Доїння відбувається з мінімальним ефектом збовтування та зворотного потоку молока при досить простій конструкції колектора.

Колектор фірми Вестфалія має значно складнішу конструкцію для покращення режимів виведення молока до молокопроводу. Колектор являє собою чотири розділені між собою молочні камери місткістю по 65 мл. Кожна камера має отвір для впуску повітря. Порції молока з камер з'єднуються в один потік в молочному шлангові. В кожній камері є клапан який перекриває молочний шланг в випадку спадання доїльного апарата. Недоліком даної конструкції, на нашу думку, є надлишкова кількість повітря що надходить в камеру колектора, що, в свою чергу, погіршує якість молока.

Для зменшення збовтування молока у молочному шлангові існують рішення з використанням зворотних клапанів, котрі виконані у вигляді еластичних карманів або запірних кульок односторонньої дії. Недоліком такого рішення є складність виготовлення та забезпечення якісного очищення після доїння.

Для усунення спінювання молока під час його «падіння» у молокозбірній камері фірма «InterPuls» запропонувала власну розробку колектора. Запатентований дефлектор розташований всередині колектора у верхній його частині, тільки в передній частині від доїльних стаканів. Це запобігає падінню молока відразу в нижню чашу колектора, змушуючи молоко стікати по стінках колектора, тим самим усуваючи типові коливання вакууму у великих колекторах. Тому, молоко не буде спінюватись, що може покращити його якість.

Фірма DeLaval пропонує колектори з верхнім відводом молока для мінімізації флуктуації вакууму під дійкою корови [9]. Це досягається за рахунок того що молоко відсмоктується із дна колектора через вертикальну центральну трубку, що забезпечує рівномірний потік молока і мінімальне пошкодження молока (низький рівень розчеплення молочних жирів). В даній конструкції відсутнє розділення потоку молока і повітря. Проходження повітря нічим не обмежується. В звичайній конструкції колектора молоко проходить через дно колектора. Це обмежує потік повітря із колектора і тим самим знижує рівень вакууму та продуктивність колектора. Таким чином, молоко постійно і без пошкоджень виводиться із колектора не викликаючи збільшення вільних жирних кислот.

Вчені та винахідники пропонують різноманітні технічні рішення усунення спінювання молока у камері колектора та падіння вакуумметричного тиску. Колектор Flo-Star від фірми «Boumatik» має X-подібні молочні патрубки [10]. Така конструкція колектора дозволяє направляти потік молока по стінкам колектора, що в свою чергу виключає його

спінювання та виплескування. Талапаєв Г. В. [11] пропонує конструкцію колектора з двома вихідними патрубками, в яких відокремлюються перші потоки молока. Це дає можливість відділити молоко з найбільшим вмістом бактерій. Але конструкція такого колектора відрізняється складністю при виготовленні та експлуатації. Кузьмін А. Є. та Стерхов А. А. [12] пропонують складну конструкцію колектора з верхнім відводом молока, для доїння в верхній молокопровід, що покращує транспортування молока і збереження його якості.

Для недопущення сухого доїння окремих четвертей вимені Раїцький Г. Є. [13] пропонує колектор для по-четвертого доїння з клапанами на кожен молокоприймальну камеру. Існує пропозиція використання чотирьохкамерного колектора. Цей колектор має чотири окремі камери та патрубки для транспортування молока окремо від кожної четверті вимені. Така конструкція дає змогу ізолювати хворе на мастит молоко.

Відповідно до фізіології конструкційні параметри колектора доїльного апарата повинні забезпечити оптимальне виведення молока з дійок з мінімальним коливанням вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора в такті ссання і забезпечити якісне відведення молока в такті стиснення. З цією метою запропоновані різноманітні конструкції колекторів для покращення режиму транспортування молока до молокопроводу. До цієї групи належать колектори доїльних апаратів з порційним транспортуванням молока.

Основним напрямком наукових досліджень є оптимізація параметрів і режимних характеристик колекторів з метою наближення їх конструкції до фізіології тварини та природньої молоковіддачі [14,15,16].

Дослідженнями [17] встановлено, що в 38–40 % випадків причиною вибраковки високопродуктивних корів є патологія вим'я із-за невідповідності доїльного апарата фізіології тварини. Практика показує, що невідповідність доїльних апаратів фізіології тварини рівноцінно втратам 1,8–2,3 л молока на одне доїння, до 23 % корів хворіють на мастит, а це призводить до втрат надоїв молока до 3,5 % [4, 5, 6].

За твердженнями дослідників, однією з головних причин захворювання корів на мастит та збільшення кількості КСК є нестабільний вакуумний режим під час доїння.

В роботі [18,19] відмічається, що оптимальний робочий вакуумметричний тиск повинен бути на рівні 40 кПа, що абсолютно безпечно для здоров'я тварини, а при зменшенні робочого тиску до 27–33 кПа відбувається неповне розкриття сфінктера, це призводить до зниження швидкості доїння і загального падіння продуктивності корів. За даними ряду дослідників діапазон допустимих коливань робочого тиску повинен бути в межах від 6,65 до 7,32 кПа в такті ссання. Встановлено, що коливання робочого тиску в піддійкових просторах доїльних стаканів від 9,7 до 19,8 кПа знижують добовий надій на 1,9–2,55 %, а швидкість молоковіддачі знижується на 0,06–0,15 л/хв.

На якість молока впливають також режимні характеристики доїльного апарата. В роботі [20] вказується, що кількість соматичних клітин при попарному режимі доїння менше на 28,2 % в порівнянні з синхронним режимом доїння. Дослідженнями [36] також доведено, що попарне доїння покращує масаж вимені і дійок, зменшує навантаження, і покращує транспортування молока. При використанні попарного пульсатора надій збільшується на 8,3 %, вміст жиру на 12,4 %, а вміст КСК зменшується на 0,07 %.

В роботах [21,22,23] наведені результати дослідження роботизованої доїльної установки. Відзначається, що на вміст ВЖК має механічний вплив у процесі доїння та транспортування молока. Особливо це стосується великого співвідношення молока та повітря у молочному шлангові та молокопроводі в межах від 8:1 до 10:1. Відсутність повітря зменшує вміст ВЖК до 30 %, в той же час, відсутність повітря збільшує коливання вакууму з 15 до 22 кПа. Вміст ВЖК в молочному танку за умови використання стійлової доїльної установки становить 0,75, а при доїнні роботизованою установкою – від 0,77 до

0,94. В свою чергу, повітря в колекторі потрібне для надійного транспортування молока до молокопроводу. За даними ІСО 5707 в звичайному колекторі об'єм надходження повітря становить 4–12 л/хв, а в роботизованих установках на рівні 4–7 л/хв з розрахунку на кожний доїльний стакан, тобто до 28 л/хв на доїльний апарат. Це негативно впливає на стійкість ВЖК та їх цілісність.

Конструктивні параметри доїльних апаратів та режими їх роботи повинні мати мінімальний впливати на зміну якісних показників видосного молока. Відомо, у сучасних доїльних апаратах джерелом погіршення якості молока є повітря, що надходить до молочної камери колектора через дросельний канал штока клапанного механізму. Це вимушене загальноприйняте конструкційне рішення оскільки надходження повітря в колектор, перш за все, потрібне для покращення транспортування молока в молокопровід за рахунок зростання градієнту тиску. Але при цьому відбувається коливання рівня вакуумметричного тиску в піддійкових просторах доїльних стаканів під час такту ссання. А неадаптована до режимів доїння кількість повітря, яке надходить до молочної камери, приводить до появи у молочному шлангові молоко-повітряної суміші, що погіршує не тільки якість молока, а й умови його транспортування до магістрального молокопроводу.

Викладений вище аналіз існуючих колекторів дає можливість встановити раціональну конструкційно-технологічні параметри колектора доїльного апарата, характерною конструкційною особливістю якого є наявність двох відокремлених перегородкою молокозбірних камер. Кожна з камер з'єднується з молокопроводом через окремий молокопровідний шланг і збирає молоко лише від двох доїльних стаканів. При цьому кожна молокозбірна камера сполучена каліброваними отворами з відповідними розподільними камерами колектора. За рахунок такого рішення покращиться режим транспортування молока, стабілізується тиск в молокозбірній камері під час такту ссання, та забезпечиться її ефективна «продувка» під час такту стиску.

Висновки:

На підставі проведеного огляду й аналізу конструкцій колекторів доїльних апаратів та їх впливу на одержання якісного молока можна зробити наступні висновки. Сучасні доїльні апарати не відповідають фізіологічним вимогам машинного доїння, негативно впливають на якість молока та здоров'я тварини. Значне погіршення якості молока (підвищення вмісту жирових конгломератів) під час доїння залежить від конструкції і режиму роботи доїльного апарата і в меншій мірі залежить від висоти та довжини молокопроводу. Для одержання молока високої якості необхідно максимально оптимізувати механічний вплив різниці тисків на мікроструктуру молока. Існуючі доїльні апарати не забезпечують відведення молока зі збереженням його якості, тому створення двокамерного колектора.

Покращити режим транспортування молокоповітряної суміші в молочному шлангові доїльного апарата та знизить негативний вплив на мікроструктуру молочного жиру можливо використанням двокамерного колектора в складі доїльного апарата з пульсатором попарної дії.

Література:

1. Ринок молока / інформаційно-аналітичний бюлетень № 248-04-17 [електронний ресурс]. – режим доступу : <http://www.infagro.com.ua>
2. Любин Н.А. Физиология лактации и физиологические основы машинного доения коров / Учебное пособие. Ульяновск. УГСХА. 2004. Ст 62.
3. Угнівенко, А. М. Вплив технологічних умов доїння корів на якісні показники молока / А. М. Угнівенко, Л. Штангрет // Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2011. – № 167. – С. 119–121.

4. Джміль О. Оптимізація зниження ЗБО молока / Фармер, вересень 2009 року
5. Хват В. І. Захист від маститу / The Ukrainian Farmer, вересень 2012 року
6. Зернаева Л. А. Изменение состава молока при доении коров на разных доильных установках. / Н. В. Савкин, З. А. Нетеча // Зоотехния. – 2003. – №12. – С. 20-25.
7. Robert E. Graves. Tie stall dairy Barns: what's new? // Dairy and animal science. – 07 November 2010.
8. S.Greger. Tie stall housing systems on dairy farms. // Animals' angels.- July 2010 – Frankfurt.
9. Проспекти фірми De-Laval. – Б.м., 2010. – 10с.
10. Проспекти фірми Boumatik . – Б.м., б.р. – 7с.
11. А.с. №1424776 СССР, Кл. А 01J 7/00. Коллектор доильного аппарата. Г.Д.Галапаев (СССР).№1660640; заяв.04.08.89; опубл.07.07.91, бюл.№25.
12. А.с. №655366 СССР, Кл. А 01J 7/00. Коллектор доильного аппарата. А.Е.Кузьмин и А. А. Стерхов. (СССР). №1639537; заявл. 01.03.89; опубл.07.04.91, бюл.№13.
13. А.с. №1507265 СССР, Кл А 01J 5/ 04. Коллектор доильного аппарата для четвертного доения.. Г.Е. Раицкий. (СССР).№1818023; заяв.03.06.89; опубл.05.08.91, бюл.№19.
14. Кирсанов В.В., Щукин С.И. Направление исследований в овершенствовании работы доильных аппаратов / Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 1. – С. 32 – 36.
15. Текучев И.К. Перспективная техника для обеспечения долголетия высокопродуктивных коров / Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М.: – 2011. – №4. – С. 17 – 20.
16. Кощев, П.С. Молочная продуктивность коров в зависимости от режимов відאיвання / Известия оренбургского государственного аграрного университета № 12 – 1 (том 4) 2006.
17. Смоляр В. Рівень захворюваності корів на мастит за використання різних типів доїльних установок / В. Смоляр // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 1. – С. 17–20.
18. Федосенко Е.Г. Влияние доильного оборудования на качественный состав молока / Молочнохозяйственный вестник №4, 2011 ст 47 – 50.
19. Коновалова А. С. Сравнительный анализ использования современных доильных установок // Аграрный вестник Урала / № 4 (53) 2009 ст 65 – 67.
20. Соляник С.С. Вакуумный режим доильных установок / С.С. Соляник // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 5. – С.15.
21. Луценко М.М. Ефективність використання роботизованих систем доїння / Наукововиробничий журнал // Техніка і технологія АПК № 5 (44) травень 2013 р.
22. Upton J. Energy consumption of an automatic milking system / J. Upton, G.O'Brienand, S. Fitzgerald // MRR: Teagasc Animal Grassland Research and Innovation Centre, Moorepark, Co. Corc, Ireland. – 2011.
23. Холманов А. Доильные роботы: преимущества и проблемы / А. Холманов, О.Осадчая, А. Алексеенко // Животноводство России. – 2008. – № 5. – С. 73–75.

Summary

Achkevich O.M., Achkevich V.I. Analysis of constructions of collectors of milking machines and their influence on the quality of milk obtained

In this work the influence of constructions of collectors of milking machines on the quality of received milk is analyzed. The basic directions of improvement of milk withdrawal from the milking machine in the upper milk pipeline and reduction of the negative influence on the microstructure of milk fat are determined.

Keywords: milk pipeline, milking device, collector, milk quality, pulsation, collector design, transport mode.

References

1. Rinok moloka / informacijno-analitichnij byuleten № 248-04-17 [elektronnij resurs]. – rezhim dostupu : <http://www.infagro.com.ua>
2. Lyubin N.A. Fiziologiya laktacii i fiziologicheskie osnovy mashinnogo doeniya korov / Uchebnoe posobie. Ulyanovsk. UGSHA. 2004. St 62.
3. Ugnivenko, A. M. Vpliv tehnologichnih umov doyinnya koriv na yakisni pokazniki moloka / A. M. Ugnivenko, L. Shtangret // Naukovij visn. Nac. un-tu bioresursiv i prirodozoristuvannya Ukraini. – 2011. – № 167. – С. 119–121.
4. Dzhmil O. Optimizaciya znizhennya ZBO moloka / Farmer, veresen 2009 roku
5. Hvat V. I. Zahist vid mastitu / The Ukrainian Farmer, veresen 2012 roku
6. Zernaeva L. A. Izmenenie sostava moloka pri doenii korov na raznyh doilnyh ustanovkah. /, N. V. Savkin, Z. A. Netecha // Zootehniya. – 2003. – №12. – S. 20-25.
7. Robert E. Graves. Tie stall dairy Barns: what's new? // Dairy and animal science. – 07 November 2010.
8. S.Greger. Tie stall housing systems on dairy farms. // Animals' angels.- July 2010 – Frankfurt.
9. Prospekti firmi De-Laval. – B.m., 2010. – 10s.
10. Prospekti firmi Boumatik . – B.m., b.r. – 7s.
11. A.s. №1424776 SSSR, Kl. A 01J 7/00. Kollektor doilnogo apparata. G.D.Talapaev (SSSR).№1660640; zayav.04.08.89; opubl.07.07.91, byul.№25.
12. A.s. №655366 SSSR, Kl. A 01J 7/00. Kollektor doilnogo apparata. A.E.Kuzmin i A. A. Sterhov. (SSSR). №1639537; zayavl. 01.03.89; opubl.07.04.91, byul.№13.
13. A.s. №1507265 SSSR, Kl A 01J 5/ 04. Kollektor doilnogo apparata dlya chetvertnogo doeniya.. G.E. Raickij. (SSSR).№1818023; zayav.03.06.89; opubl.05.08.91, byul.№19.
14. Kirsanov V.V., Shukin S.I. Napravlenie issledovanij v overshenstvovanii raboty doilnyh apparatov / Selskohozyajstvennye mashiny i tehnologii. – 2010. – № 1. – S. 32 – 36.
15. Tekuchev I.K. Perspektivnaya tehnika dlya obespecheniya dolgoletiya vysokoproduktivnyh korov / Mehanizaciya i elektrifikaciya selskogo hozyajstva. – M.: – 2011. –№4. – S. 17 – 20.
16. Kosheev, P.S. Molochnaya produktivnost korov v zavisimosti ot rezhimov vidaivaniya / Izvestiya orenburzhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta № 12 – 1 (tom 4) 2006.
17. Smolyar V. Riven zahvoryuvanosti koriv na mastit za vikoristannya riznih tipiv doylilnih ustanovok / V. Smolyar // Tehnika i tehnologiyi APK. – 2014. – № 1. – S. 17–20.
18. Fedosenko E.G. Vliyanie doilnogo oborudovaniya na kachestvennij sostav moloka / Molochnohozyajstvennij vestnik №4, 2011 st 47 – 50.
19. Konovalova A. S. Sravnitelnyj analiz ispolzovaniya sovremennyh doilnyh ustanovok // Agrarnyj vestnik Urala / № 4 (53) 2009 st 65 – 67.
20. Solyanik S.S. Vakuumnij rezhim doilnyh ustanovok / S.S. Solyanik // Mehanizaciya i elektrifikaciya selskogo hozyajstva. – 2007. – № 5. – S.15.
21. Lucenko M.M. Efektivnist vikoristannya robotizovanih sistem doyinnya / Naukovo-virobnichij zhurnal // Tehnika i tehnologiya APK № 5 (44) traven 2013 r.
22. Upton J. Energy consumption of an automatic milking system / J. Upton, G.O'Brienand, S. Fitzgerald // MRR: Teagasc Animal Grassland Research and Innovation Centre, Moorepark, Co. Corc, Ireland. – 2011.
23. Holmanov A. Doilnye roboty: preimushestva i problemy / A. Holmanov, O.Osadchaya, A. Alekseenko // Zhivotnovodstvo Rossii. – 2008. – № 5. – S. 73–75.