

УДК 637.112

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОЛОКА ТА ЙОГО В'ЯЗКІСТЬ

Піскун В. І., д. с.-г. н., Ходарєв В. Я.
Інститут тваринництва НААН

У статті викладені результати вивчення в'язкості молока в залежності від його фізико-хімічних властивостей - щільності, вмісту сухої речовини, білку, жиру, соматичних клітин. Наведено отримані математичні поліноміальні моделі в'язкості та щільності молока в залежності від його фізико-хімічних властивостей. Наведено аналіз отриманих даних залежно від зміни факторів.

Ключові слова: молоко, фізико-хімічні властивості, в'язкість, щільність, стенд.

Однією з важливих вимог, якій повинна відповідати система виведення молока з вимені, є підтримання фізіологічно обґрунтованих режимів і умов при яких здійснюється процес доїння корів. Важливим чинником, який забезпечує відповідність до функціональної діяльності рефлексу молоковіддачі і задовольняє фізіологічні умови виведення молока - є доїльний апарат [1].

Аналіз ефективності роботи доїльних апаратів з різними конструктивно-технологічними схемами і режимами роботи свідчать про те, що вони забезпечують позитивну дію на молочну залозу корови, підтримують секреторну функцію вимені, забезпечують досить високу повноту видоювання, однак ще недостатньо адекватно взаємодіють із молочною залозою, мають низьку стимулюючу функцію, тому залишається актуальним питання розробки та удосконалення сучасних доїльних апаратів у напрямку створення режиму адекватного видоювання та стимулюючої дії на молочну залозу корови в процесі лактації.

Ми розробили доїльний апарат із елементами активної взаємодії з вименем корови, який забезпечує м'яке стимулююче та адекватне швидкісне молоковиведення [2]. Для такого доїльного апарату ми створили математичну модель процесу доїння корів у залежності від технологічних параметрів доїльного апарату ПВД-2-3, опору виведення молока і часу доїння [3]. Для реалізації такої математичної моделі необхідно знати ряд фізико-хімічних властивостей молока, зокрема, в'язкість.

У літературних джерелах наведено значення як кінематичної, так і динамічної в'язкості молока. Але в основному наведені залежності в'язкості молока від температури. Так, приводиться значення кінематичної в'язкості від температури – 5- 40 °С [1]. У літературних джерелах в описовій формі надано інформацію, що на в'язкість молока також впливають вміст сухої речовини та фізичний стан його складових [4, 5, 6] Наводяться дані про вплив на технологічні властивості молока факторів годівлі [7].

Однак у літературних даних відсутні як чисельна інформація, так і аналітичні залежності від значення динамічної в'язкості молока залежно від його фізико-хімічних властивостей, зокрема, щільності, вмісту сухої речовини, білку, жиру, соматичних клітин.

Мета досліджень. Вивчення впливу фізико-хімічних властивостей молока на його динамічну в'язкість.

Матеріали і методи досліджень. У дослідженнях було використане молоко, яке відбиралося при контрольному доїнні в ДП ДГ «Гонтарівка» Харківської області. Проведено відбір 50 зразків молока. Показники: жир, білок, суха речовина, соматич-



ні клітини у пробах молока визначались у лабораторії оцінки якості кормів та продуктів тваринного походження Інституту тваринництва НААН. Хімічний склад молока визначався за ISO 9001: 2000 інструментально на приладі «Bentley-150», а вміст соматичних клітин за тим же нормативним документом на приладі «Somacount-150». У пробах молока показники: жир, білок, соматичні клітини коливалися в межах 2,07-4,85; 2,44-3,96; 29000-6776000.

Для проведення досліджень було створено стенд. Загальний вигляд стенду для вивчення фізико-хімічних властивостей молока та його динамічної в'язкості наведено на рисунку 1. В'язкість молока визначали методом, який знайшов найбільше



Рис. 1. Загальний вигляд стенду для визначення фізико-хімічних властивостей молока та його в'язкості:

1 – водяна баня; 2 – прилад «Bentley-150»; 3 – прилад «Somacount-150»;
4 – віскозиметр ВПЖ-3.

розповсюдження при дослідженнях такого роду. Динамічну в'язкість – μ визначали з використанням скляного капілярного віскозиметру ВПЖ-3 за виразом $\mu = k \cdot t \cdot \rho$

де μ - в'язкість молока в міліпаскаль-секундах;

k – константа віскозиметру у $\text{мм}^2/\text{с}^2$;

t – час витікання молока в секундах;

ρ – щільність молока в $\text{г}/\text{см}^3$.

Щільність ρ визначали пікнометричним методом.

Для проведення досліджень із визначення в'язкості молока використовували створену установку, схему якої наведено на рисунку 2, а загальний вигляд - на рисунку 3.

Визначення в'язкості молока проводили при зміні температури в межах від 30°C до 45°C . Відповідну температуру підтримували за допомогою водяної бані 1, яка була з'єднана з насосом 2 (згідно рис. 2).

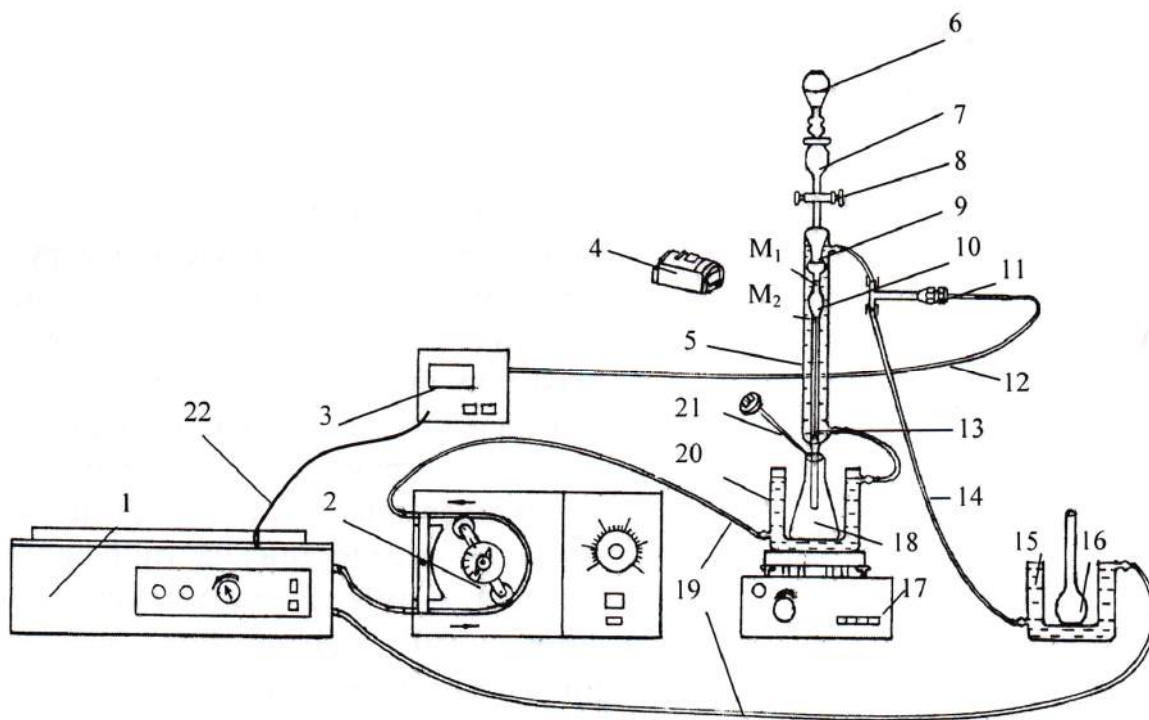


Рис. 2. Схема установки для визначення в'язкості молока:

1 – водяна баня; 2 – насос; 3 – прилад для регулювання температури; 4 – відеокамера; 5 – віскозиметр ВПЖ-3; 6 – гумова груша; 7 – насадка; 8 – кран; 9 – конус; 10 – вимірювальний резервуар; 11 – термопара; 12 – кабель для з'єднання термопари з приладом для регулювання температури; 13 – капілярна трубка; 14 – трубка для з'єднання водяної рубашки віскозиметра зі стаканом для підігріву пікнометра; 15, 20 – стакан з подвійними стінками; 16 – пікнометр; 17 – магнітна мішалка; 18 – колба; 19 – трубка для з'єднання насоса та стакана; 21 – термометр; 22 – кабель для з'єднання приладу для регулювання температури з водяною банею. M_1 – верхня мітка на вимірювальному резервуарі віскозиметра ВПЖ-3; M_2 – нижня мітка на вимірювальному резервуарі віскозиметра ВПЖ-3.

Насосом 2 забезпечували циркуляцію води відповідної температури в досліді через стакан із подвійними стінками 20, віскозиметр ВПЖ-3 та стакан із подвійними стінками 15. Проводили контроль температури води за допомогою приладу для регулювання температури 3 з термопарою 11. За рахунок циркуляції води відповідної температури через стакани з подвійними стінками 15 та 20 забезпечувалась підтримка відповідної температури молока в колбі, яке використовувалось для визначення в'язкості з використанням віскозиметра ВПЖ-3 та в пікнометрі з використанням якого визначалась щільність молока.

Вимірювання в'язкості за допомогою віскозиметра засновано на визначенні часу витікання через капіляр певного об'єму рідини з вимірювального резервуару. У віскозиметр через насадку (7), відкривши скляний кран (8), засмоктували молоко з колби 18 за допомогою гумової груші 6, до тих пір, поки насадка 7 не наповниться приблизно наполовину.

Потім закривали кран 8 та відокремлювали від віскозиметра насадку 7, колбу 18 та фіксували на відеокамеру процес протікання молока між мітками M_1 – M_2 .

На рис. 4 наведено приклад фіксації відеокамерою протікання молока між мітками M_1 – M_2 та наведено час початку проходження молока мітки M_1 та мітки M_2 .

Час витікання через капіляр об'єму молока з вимірювального резервуару визначається різницею між наведеними значеннями.



Отримані дослідні дані були оброблені на ЕВМ в середовищі статистичного пакету STATISTIKA-19 та EXCEL. У результаті отримані статистичні моделі, які описують залежність в'язкості молока від фізико-хімічних властивостей.

Результати досліджень. Обробка отриманих експериментальних даних із використанням множинного регресивного аналізу дозволила отримати функціональну залежність між фізико-хімічними властивостями молока та його динамічною в'язкістю, щільністю.

Рівняння множинної регресії для динамічної в'язкості має вигляд:

$$\mu = 1,3650624 - (0,1205260 \cdot t) + (0,7597797 \cdot C_p) - (1,4463155 \cdot B) + (0,0012208 \cdot t^2) - (0,0495471 \cdot C_p^2) + (0,05688211 \cdot Ж^2) + (0,1633675 \cdot C_p \cdot B) - (0,1493337 \cdot Ж \cdot B),$$

де t – температура молока, °С;

C_p – суха речовина в молоці, %;

B – білок у молоці, %;

$Ж$ – жир у молоці, %;

Проводили перевірку адекватності знайденої моделі по F -критерію Фішера. Перевірка підтвердила адекватність моделі з 95 % вірогідністю, оскільки $F_{розр} = 0,7385 < F_{табл} = 1,28$.

Рівняння множинної регресії для щільності має вигляд:

$$\rho = 1,08153271 - (3,23706 \cdot 10^{-3} \cdot t) - (5,3 \cdot 10^{-7} \cdot C_{ом}) + (3,684 \cdot 10^{-5} \cdot t^2) + (5,8 \cdot 10^{-9} \cdot C_{ом} \cdot Ж) + (1,39 \cdot 10^{-8} \cdot C_{ом} \cdot B) - (4,6 \cdot 10^{-4} \cdot Ж \cdot B),$$

де ρ – щільність молока, мл/г;

$C_{ом}$ – вміст соматичних клітин в молоці, тис/см³.

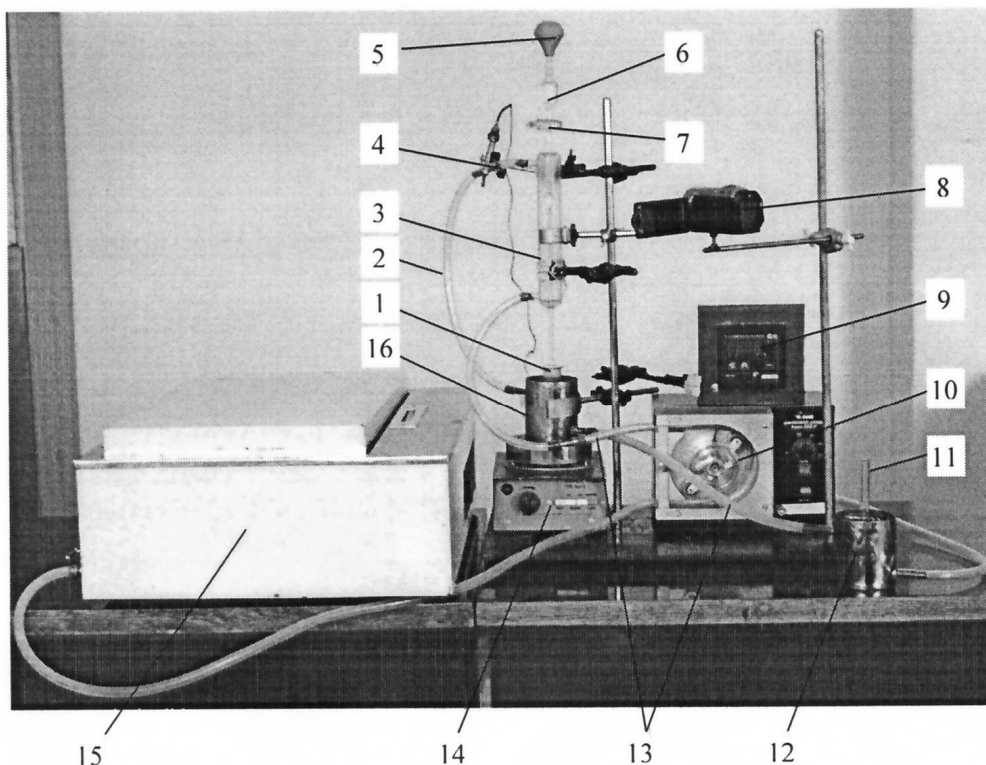


Рис. 3. Загальний вигляд станда для визначення в'язкості молока:

1 – колба; 2 – трубка для з'єднання водяної рубашки віскозиметра зі стаканом для підігріву пікнометра; 3 – віскозиметр ВПЖ-3; 4 – термопара; 5 – гумова груша; 6 – насадка; 7 – кран; 8 – відеокамера; 9 – прилад для регулювання температури; 10 – насос; 11 – пікнометр; 12, 16 – стакан із двійними стінками; 13 – трубка для з'єднання насоса та стакану; 14 – магнітна мішалка; 15 – водяна баня.

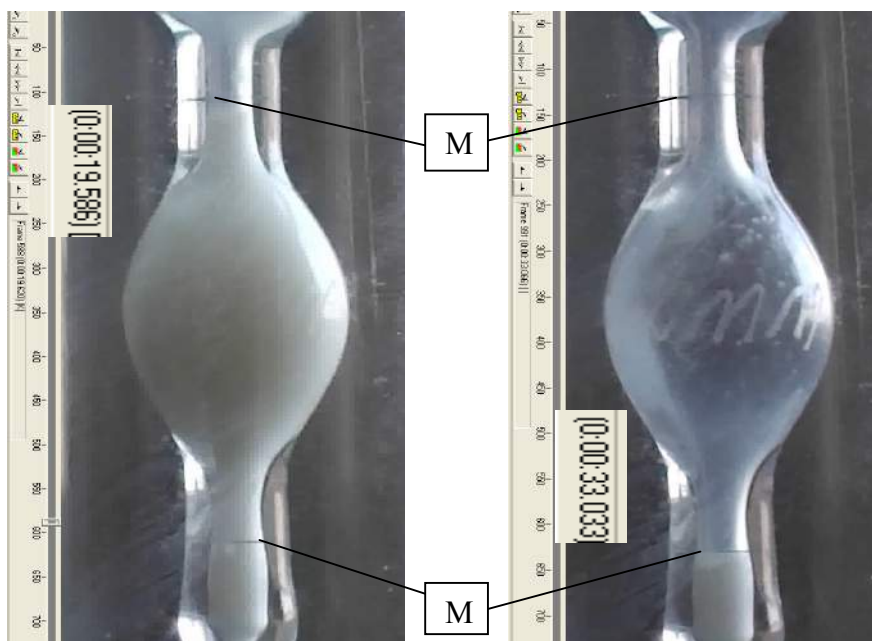


Рис. 4. Вимірювальний резервуар віскозиметра ВПЖ-3 до та після витікання молока:

1 – вимірювальний резервуар заповнений молоком; 2 – час проходження молоком мітки M_1 , зафіксований відеокамерою; 3 - вимірювальний резервуар після витікання молока; 4 – час проходження молоком мітки M_2 , зафіксований відеокамерою.

Проведено перевірку адекватності знайденої моделі по F-критерію Фішера. Перевірка підтвердила адекватність моделі з 95 % вірогідністю, оскільки $F_{розр} = 0,7346 < F_{табл} = 1,18$.

Як бачимо з рівняння множинної регресії для динамічної в'язкості, основними чинниками, які впливають на величину динамічної в'язкості, є суха речовина в молоці, білок у молоці і жир у молоці та опосередковано через щільність молока вміст соматичних клітин у молоці.

Висновок. Отримано рівняння математичних поліноміальних моделей для динамічної в'язкості та щільності молока залежно від фізико-механічних властивостей молока з урахуванням сухої речовини в молоці, білка в молоці та жиру в молоці, та опосередковано через щільність молока вміст соматичних клітин у молоці.

Бібліографічний список

1. Фененко А. І. Механізація доїння корів / А. І. Фененко // Теорія і практика: монографія – К.: 2008. – 24 с.
2. [Пат. №44461 А Україна, МПК А 01 J 7/00. Пульсоколектор / Ходарев В. Я., Піскун В. І., Савран В. П., Грицаєнко Л. В.; Інститут тваринництва УААН. – №2001042130; заявл. 02.04.2001; опубл. 15.02.2002, Бюл. №2.
3. Ходарев В. Я. Модель процесу доїння корів апаратом ПВД –2–3 / В. Я. Ходарев, В. П. Савран, В. І. Піскун, В. Я. Пенцов // Механізація та електрифікація сільськогосподарства: міжвід. тем. наук. зб. – Вип. 99, Том 1. – Глеваха – 2014. – С. 511–519.
4. Барабанщиков Н. В. Молочное дело / Н. В. Барабанщиков – М.: Колос, 1983. – 414 с.
5. Барабанщиков Н. В. Контроль качества молока на ферме / Н. В. Барабанщиков – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.



6. Твердохлеб Г. В. Технология молока и молочных продуктов / Г. В. Твердохлеб, Г. Ю. Сажинов, Р. И. Раманускас – М.: ДеЛи принт, 2006. – 616 с.

7. Галат Б. Ф. Молоко: виробництво та переробка / Б. Ф. Галат, В. І. Гриненко, В. В. Змієв, Л. М. Іванов, М. І. Машкін, В. С. Тендітнік, І. М. Шевченко // Монографія – Х., 2005. – 352 с.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА И ЕГО ВЯЗКОСТЬ

Пискун В.И., Ходарев В. Я., Институт животноводства НААН

В статье изложены результаты изучения вязкости молока в зависимости от его физико-химических свойств - плотности, содержания сухого вещества, белка, жира, соматических клеток. Представлены полученные математические полиномиальные модели вязкости и плотности молока в зависимости от его физико-химических свойств. Приведен анализ полученных данных в зависимости от изменения факторов.

Ключевые слова: молоко, физико-химические свойства, вязкость, плотность, стенд.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF MILK AND VISCOSITY

Piskun V. I., Khodarev V. Y., Institute of Animal Science NAAS

The article presents the results of a study milk viscosity depending on its physico-chemical properties - density, solid substance content, protein, fat, somatic cells. The obtained polynomial mathematical models of viscosity and density of the milk are shown, depending on its physicochemical properties. The analysis of the data, depending on the change of factors is given.

Key words: milk, the physicochemical properties, viscosity, density, stand.

УДК 636.22/28.082

ПРОДУКТИВНІ ТА ВІДТВОРЮВАЛЬНІ ЯКОСТІ КОРІВ ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ ДРУГОЇ ЛАКТАЦІЇ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ УДОЮ НА РАННІЙ СТАДІЇ ЛАКТОПОЕЗУ

Піщан С. Г., д. с.-г. н.,
Гончар А. О., к. с.-г. н.,
Литвищенко Л. О., к. с.-г. н.,
Капшук Н. О., асп.

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Визначено вплив добового удою на ранній стадії лактопоезу на ступінь реалізації молочної продуктивності та відтворної здатності, а також адаптаційних властивостей голштинських корів.

Встановлено, що рівень молочної продуктивності голштинів у другу лактацію не залежить від величини добового удою на ранній стадії лактопоезу та становить понад 10800 кг 4 %-ового молока. За умови підвищення добового удою масова частки жиру та білку знижуються, хоча відповідають стандарту породи на рівні 3,9 і 3,2 % відповідно. Проте, рівень добового удою на ранній стадії лактопоезу визначає тривалість продуктивного періоду, який залежить від адаптаційної здатності корів до промислової технології виробництва молока, і становить в середньому майже 345 діб.