

А.А. Майоров

Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий (ФАНЦА),
656910, Российская Федерация, Алтайский край, г. Барнаул, Научный городок, 35
e-mail: asemgul93@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРТЫВАНИЯ МОЛОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ШАРИКОВОГО ВИСКОЗИМЕТРА

Аннотация: В статье приведены результаты исследования свертывания молока с применением шарикового вискозиметра. Ферменты достаточно дорогие и поэтому их экономия является актуальной проблемой. До сих пор не существует эффективного способа измерения активности ферментов, а их в последнее время появилось большое количество. Необходимое количество фермента в расчете на единицу массы молока зависит не только от активности фермента, но и от способности молока-сырья к свертыванию. Опыты по свертыванию молока проводили с использованием отечественного ферментного препарата СГ50 без добавления хлористого кальция в качестве активирующего агента свертывания. Дозу препарата варьировали в диапазоне от 1 до 40 мг на 100 г молока, полученные зависимости можно корректировать дозу фермента, необходимую для обеспечения нужной продолжительности процесса свертывания молока и получения молочного сгустка с хорошими структурно-механическими свойствами.

Ключевые слова: молоко, фермент, свертывание, сыр, структурно-механические свойства.

В практике сыроделия существует необходимость оптимизации процесса свертывания молока под действием молокосвертывающих ферментов. Ферменты достаточно дорогие и поэтому их экономия является актуальной проблемой. До сих пор не существует эффективного способа измерения активности ферментов, а их в последнее время появилось большое количество. Необходимое количество фермента в расчете на единицу массы молока зависит не только от активности фермента, но и от способности молока-сырья к свертыванию. Поэтому на практике вынуждены путем проб и ошибок подбирать необходимое соотношение «молоко/фермент».

Сибирским НИИ сыроделия ФАНЦА проводятся опыты по созданию мобильных методик и приборов для исследования влияния дозы фермента на процесс свертывания молока. Одним из таких приборов является вискозиметр «Виско-22» (рис. 1).



Рисунок 1 – Внешний вид вискозиметра «Виско-22»

Прибор имеет небольшие габариты, питается от сети переменного тока 220В. Необходимый объем пробы молока для анализа мл. Прибор является модернизированным вариантом шарикового вискозиметра, широко применяемого в практике измерения вязкости жидкостей. Прибор измеряет продолжительность падения шарика, помещенного в

измерительную ячейку. Точность измерения 0,001 секунды. Ячейка с образцом молока термостатируется при заданной температуре, которая может устанавливаться в диапазоне от 25°C до 45°C. Продолжительность измерения зависит от скорости процесса свертывания и при нормальных условиях не превышает 2 минут. Все полученные данные выводятся на встроенный цветной монитор прибора, и могут быть переданы в подключенный компьютер через разъем USB и обработаны в таблице Excel [1].

Калибровка прибора проводилась с использованием глицерина в качестве контрольной жидкости. Для глицерина имеются стандартные зависимости вязкости от температуры, по которым и проводится калибровка прибора [2].

На рисунке 2 представлена зависимость времени падения шарика от вязкости.

Зависимость времени падения шарика от вязкости глицерина описывается уравнением (1):

$$Y = 796,7 x - 282,2 \quad (1)$$

где: Y – вязкость, Па*с;

x – продолжительность падения шарика, с.

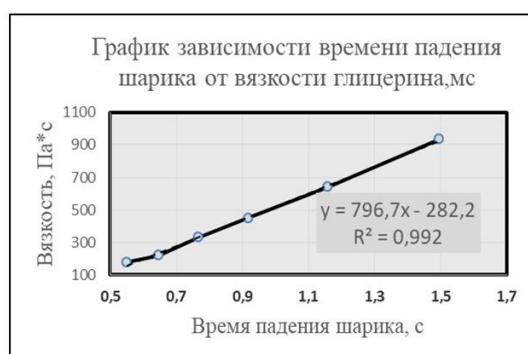


Рисунок 2 – Зависимость времени падения шарика от вязкости

На основании полученного уравнения можно измерять вязкость жидкостей, в том числе и наблюдать за изменением структурно-механических свойств молока при его свертывании.

Такие опыты по свертыванию молока проводили с использованием отечественного ферментного препарата СГ50 без добавления хлористого кальция в качестве активирующего агента свертывания. Дозу препарата варьировали в диапазоне от 1 до 40 мг на 100 г молока.

На графике (рис. 3) приведена типичная кривая, полученная с использованием фермента.



Рисунок 3 – Кривая зависимости времени падения шарика от продолжительности времени с момента внесения фермента

Первоначально время падения шарика практически постоянно и находится на уровне (355±7) миллисекунд. По мере развития процесса свертывания молока его вязкость повышается и может достигать очень больших величин. Шарик при этом зависает в образовавшемся геле (молочном сгустке).

На графике (рис. 4) приведены кривые зависимости времени падения шарика при внесении различных доз фермента.

С целью формализации и сравнимости показаний прибора оценку продолжительности падения шарика проводили по достижению времени падения шарика до уровня 500 мс (начало свертывания) (рис. 5).

Уравнение, связывающее продолжительность падения шарика при свертывании молока и дозу фермента СГ50 имеет вид (формула 2):

$$Y = 165,2 x^{-0,152} \quad (2)$$

где: Y – продолжительность падения шарика, с;
 x – доза фермента СГ 50, мг/100г молока.

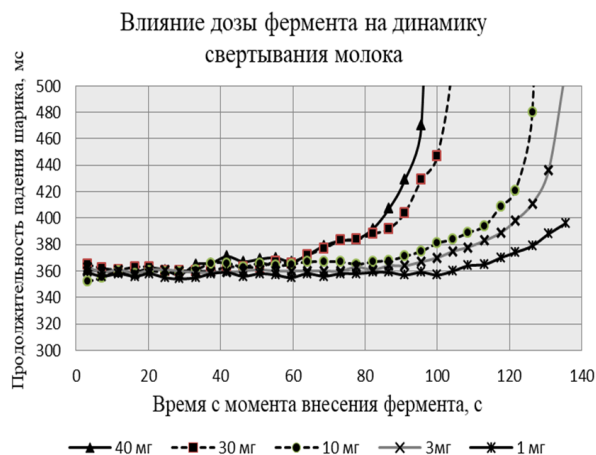


Рисунок 4 – График влияния дозы фермента на продолжительность времени свертывания молока

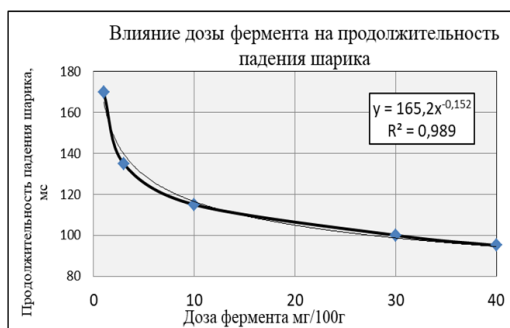


Рисунок 5 – Зависимость продолжительности падения шарика от дозы фермента

Используя полученные зависимости можно корректировать дозу фермента, необходимую для обеспечения нужной продолжительности процесса свертывания молока и получения молочного сгустка с хорошими структурно-механическими свойствами.

Список литературы

1. Вискозиметры – виды и применение https://promsistem.com/stati/viskozimetri_2/ (дата обращения: 06.01.2021).
2. Ляшков В.И., Потапочкин В.В. Вязкость водных растворов глицерина // Вестник российских университетов. Математика. 1997. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyazkost-vodnyh-rastvorov-glitserina> (дата обращения: 06.01.2021).

А.А. Майоров

Федералды Алтай агробιοтехнология ғылыми орталығы (ФАНЗА),
656910, Ресей Федерациясы, Алтай өлкесі, Барнаул қ., ғылыми қалашық, 35
e-mail: asemgul93@yandex.ru

ШАРИКТІ ВИСКОЗИМЕТРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, СҮТТІҢ ҰЮЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Мақалада шарлы вискозиметрді қолдана отырып, сүттің коагуляциясын зерттеу нәтижелері келтірілген. Ферменттер өте қымбат, сондықтан оларды үнемдеу өзекті мәселе болып табылады. Ферменттердің белсенділігін өлшеу үшін әлі де тиімді әдіс жоқ, жақында олардың көп мөлшері пайда болды. Сүт массасының бірлігіне шаққандағы ферменттің қажетті мөлшері ферменттің белсенділігіне ғана емес, сонымен қатар сүт-шикізаттың коагуляция қабілетіне де байланысты. Сүтті коагуляциялау бойынша тәжірибелер коагуляцияны белсендіретін агент ретінде кальций хлоридін қоспай, отандық СГ50 ферменттік препаратын қолдану арқылы жүргізілді. Препараттың дозасы 100 г сүтке 1-ден 40 мг-ға дейін өзгерді, алынған тәуелділіктер сүттің ұю процесінің қажетті ұзақтығын қамтамасыз ету және жақсы құрылымдық-механикалық қасиеттері бар сүт ұйығышын алу үшін қажетті ферменттің дозасын түзетуге болады.

Түйін сөздер: сүт, фермент, коагуляция, ірімшік, құрылымдық-механикалық қасиеттері.

A. Maiorov

Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies (FASCA),
656910, Russian Federation, Altai Territory, Barnaul, Scientific town, 35
e-mail: asemgul93@yandex.ru

STUDY OF MILK COAGULATION USING A BALL VISCOMETER

Abstract: The article presents the results of a study of milk coagulation using a ball viscometer. Enzymes are quite expensive and therefore their economy is an urgent problem. There is still no effective way to measure the activity of enzymes, and recently a large number of them have appeared. The required amount of enzyme per unit mass of milk depends not only on the activity of the enzyme, but also on the ability of raw milk to coagulate. Experiments on milk coagulation were carried out using the domestic enzyme preparation SG50 without the addition of calcium chloride as an activating clotting agent. The dose of the drug was varied in the range from 1 to 40 mg per 100 g of milk, the obtained dependences can be adjusted to the dose of the enzyme necessary to ensure the desired duration of the milk coagulation process and to obtain a milk clot with good structural and mechanical properties.

Key words: milk, enzyme, coagulation, cheese, structural and mechanical properties.

Сведения об авторах

Александр Альбертович Майоров – доктор технических наук, Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий, Российская Федерация, e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1237-2907.

Авторлар туралы мәліметтер

Александр Альбертович Майоров – техника ғылымдарының докторы, федералды Алтай агробιοтехнология ғылыми орталығы, Ресей Федерациясы, e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1237-2907.

Information about the authors

Alexander Albertovich Mayorov – Doctor of Technical Sciences, Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Russian Federation, e-mail: maiorov.alex@mail.ru . ORCID: 0000-0002-1237-2907 .

Материал поступил в редакцию 14.01.2021 г.