

РАЗРАБОТКА БАРОМЕМБРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА УФ БИОТВОРОГА

Г. Б. ПИЩИКОВ,
 профессор доктор технических наук
 В. А. ТИМКИН,
 доцент, кандидат технических наук
 Ю. А. ГОРБУНОВА,
 магистрант, Уральский государственный аграрный университет
 (620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42; тел.: 8 (343) 371-33-63).

Ключевые слова: *творог, биотворог, керамические мембраны, сывороточные белки, ультрафильтрация, калье, баромембранная технология.*

Творог – традиционный российский продукт. Производство творога является одним из основных направлений деятельности предприятий молочной промышленности. Производство творога классическим способом сопровождается большим отходом сыворотки (80–90 % от первоначального объема молока), с которой теряются часть жира и белков казеина, а также значительное количество ценных сывороточных белков. Сократить потери жира и белков с сывороткой, а следовательно, увеличить выход творога, сделав одновременно его более физиологически ценным продуктом, можно, используя баромембранную технологию производства биотворога. Эта технология производства биотворога основывается на процессе ультрафильтрации (УФ) и позволяет сохранить в получаемом продукте сывороточные белки, а также примерно в два раза увеличить выход творога (УФ биотворога). Оборудование, применяемое для получения УФ биотворога, импортное и дорогое. Это сказывается на стоимости получаемого продукта, которая превышает стоимость «традиционного» творога. В связи с этим разработка технологии для производства УФ биотворога с применением отечественного оборудования, на наш взгляд, является актуальной задачей. Исследования проводились в лабораторных условиях (УрГАУ) и в условиях производства (ОАО «ЕГМЗ № 1», Крестьянское хозяйство Аникиева А. В. г. Полевской). В производственных условиях работа осуществлялась на пилотной установке, изготовленной совместно с ООО «Молмашстрой» (Екатеринбург). При получении УФ биотворога использовали керамические ультрафильтрационные мембраны производства ООО «НПО «Керамикфильтр». В ходе исследований были определены основные параметры оптимального режима процесса УФ молочного калье. Проведенные исследования дали возможность разработать технологию и оборудование для производства УФ биотворога баромембранными методами. Полученные результаты позволяют внедрять высокотехнологичное, конкурентоспособное оборудование для производства УФ биотворога как на крупных молочных предприятиях, так и на предприятиях небольшой мощности.

THE DEVELOPMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGY BAROMEMBRANES ULTRAFILTRATION OF BIOTVOROG

G. B. PISHCHIKOV,
 professor, doctor of technical sciences,
 V. A. TIMKIN,
 associate professor, candidate of technical sciences,
 Y. A. GORBUNOVA,
 master of agriculture, Ural state agrarian university
 (42 K. Libknehta Str., 620075, Ekaterinburg; tel: +7 (343) 371-33-63).

Keywords: *cottage cheese, biotvorog ceramic membranes, serum proteins, ultrafiltration, calle, baromembranes technology.*

Cottage cheese – a traditional Russian product. Production of cheese is one of the main activities of the dairy industry. Production of cheese classical way accompanied by a large waste serum (80–90 % of the initial volume of milk), which lost some fat and protein casein, as well as a considerable amount of valuable whey proteins. Reduce the loss of fat and proteins with serum, and thus increase the yield of cheese, making it both more physiologically valuable products can use baromembranes production technology of cottage cheese. This production technology of cottage cheese, based on the process of ultrafiltration (UF), and allows you to save in the product serum proteins, as well as approximately 2-fold increase in yield of cheese. Equipment used for UF biotvorog, imported, expensive. This affects the cost of getting a product that exceeds the value of the «traditional» cheese. In this regard, the development of technology for the production of UF biotvorog using domestic equipment, in our opinion, is an urgent task. The studies were conducted in laboratory conditions (URGAY) and in production (OAO «EGMZ № 1», Farm Anikeva AV Polevskoi). In a production environment work was carried out in a pilot plant, made in cooperation with «Molmashstroy» (Ekaterinburg). Upon receipt of UF biotvorog use ceramic ultrafiltration membranes produced by «NGO» Keramikfiltr». Studies have identified the main parameters of the optimal process conditions UV dairy Calle, research has made it possible to develop the technology and equipment for the production of UF biotvorog baromembranes methods. The results obtained make it possible to implement a high-tech, competitive equipment for the production of UV biotvorog on large dairy enterprises and enterprises of small capacity.

Положительная рецензия представлена Л. А. Минухиным, заведующим кафедрой пищевой инженерии аграрного производства, доктором технических наук, профессором Уральского государственного аграрного университета.



Известно, что биотворог – это незаменимый продукт полноценного и здорового рациона современного человека. Этот продукт обогащен бифидобактериями, легко усваивается организмом и поэтому больше всего ценен для детей, пожилых людей и спортсменов [1]. Производство биотворога по «традиционным» технологиям сопряжено с большими производственными потерями ценных веществ исходного молока. В частности, в сыворотку уходят сывороточные белки, содержащие незаменимые аминокислоты, выход творога составляет не более 1/5–1/7. Этим недостатком лишена баромембранная технология производства биотворога, основанная на процессе ультрафильтрации (УФ), которая позволяет сохранить в получаемом продукте сывороточные белки, а также примерно в два раза увеличить выход творога (УФ биотворога) [2, 3]. Сегодня в России УФ биотворог производят крупные молочные компании, такие как Группа компаний Danone в России, ОАО «Вимм-Билль-Данн», ООО «РостАгроКомплекс». Оборудование, применяемое для получения УФ биотворога, импортное, очень дорогое, недоступное для молочных предприятий небольшой мощности. Это, по-видимому, сказывается на стоимости получаемого продукта, которая превышает стоимость «традиционного» творога, что противоречит логике, т.к. технологически производство УФ биотворога значительно проще, потому что все процессы автоматизированы, да и выход, как отмечалось выше, значительно больше. В связи с этим разработка технологии для производства УФ биотворога с применением отечественного оборудования, на наш взгляд, является актуальной задачей.

Как показывает практика, существенной проблемой при производстве УФ биотворога является достаточно быстрый износ мембран. Это обусловлено конструкцией мембранных элементов рулонного или спирального типа, применяемых зарубежными разработчиками мембранного оборудования. Эти мембранные элементы очень чувствительны к механическим включениям в перерабатываемом продукте, а также содержанию в нем жира, что приводит к существенному снижению технических характеристик мембранных установок, а также к необходимости частой замены мембранных элементов.

Занимаясь решением задачи, связанной с быстрым износом мембран, мы пришли к выводу, что процесс УФ необходимо осуществлять с применением керамических мембран, которые значительно проще регенерируются, при этом срок эксплуатации керамических мембран в 3–5 раз больше по сравнению с полимерными мембранами.

Ниже приведены результаты исследований получения УФ биотворога. Исследования проводились в лабораторных условиях (УрГАУ) и в условиях производства (ОАО «ЕГМЗ № 1», Крестьянское хозяйство Аникеева А.В. г. Полевской). На лабораторной установке (рис. 1) были определены основные параметры оптимального режима процесса УФ молочного казеина при получении УФ биотворога.

В качестве исследуемых мембран были использованы керамические ультрафильтрационные мембраны производства ООО «НПО «Керамикфильтр». Как видно из графика (рис. 2), при проницаемости мембран, соответствующей $\geq 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, оптимальная скорость казеина над мембраной составила 1,5–2,0 м/с. Кроме того, было определено оптимальное давление

при допустимой проницаемости мембран, которое составило 0,3 МПа (рис. 3), а также температура процесса УФ, которая составила $\geq 53 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 4). Селективность мембран по белкам в экспериментах осталась на уровне 98,5–99,5 %.

В производственных условиях работа осуществлялась на пилотной установке, изготовленной совместно с ООО «Молмашстрой» (Екатеринбург). Установка включает в себя УФ модуль, в котором установлены мембраны КУФЭ – 19(0,01) НПО Керамикфильтр (г. Москва). УФ модуль предназначен для разделения казеина путем ультрафильтрации на концентрат (УФ биотворог) и пермеат (лактозно-солевой водный раствор). Казеин подавался в установку из емкости для заквашивания молока при температуре 55–60 $^\circ\text{C}$. Получаемый в процессе разделения концентрат представлял собой раствор сливочной структуры с содержанием сухих растворенных веществ – около 20 %. Пермеат представлял собой прозрачный раствор со слабым по окраске желто-зеленым цветом. Основным компонентом пермеата является лактоза. Показатели исходного и конечного продуктов приведены в таблице.

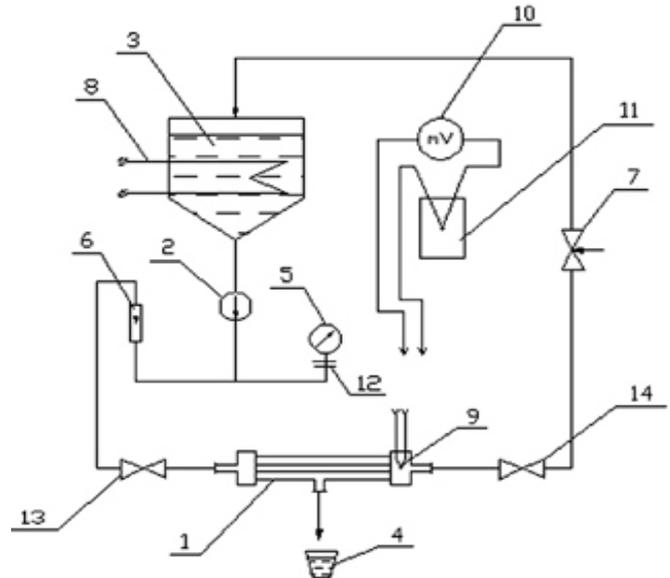


Рис. 1. Схема лабораторной мембранной установки:
1 – мембранная ячейка; 2 – насос; 3 – циркуляционный бак;
4 – бак для пермеата; 5 – манометр; 6 – ротаметр;
7 – вентиль регулировочный; 8 – охладитель; 9 – терморпара;
10 – милливольтметр; 11 – сосуд Дьюара; 12 – разделитель;
13, 14 – вентили

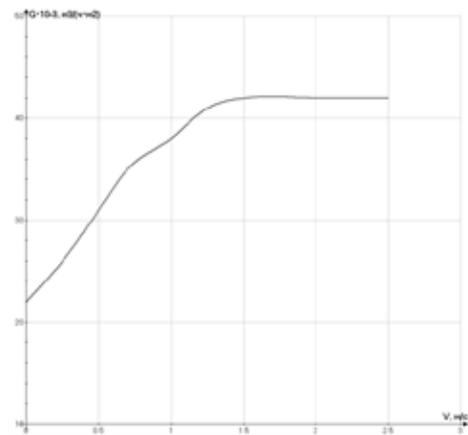


Рис. 2. Зависимость проницаемости мембран от скорости течения казеина

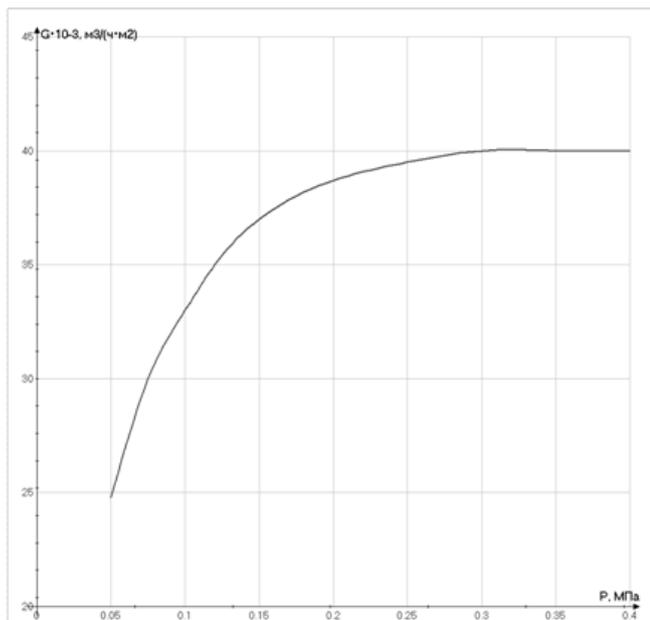


Рис. 3. Зависимость проницаемости мембран от давления

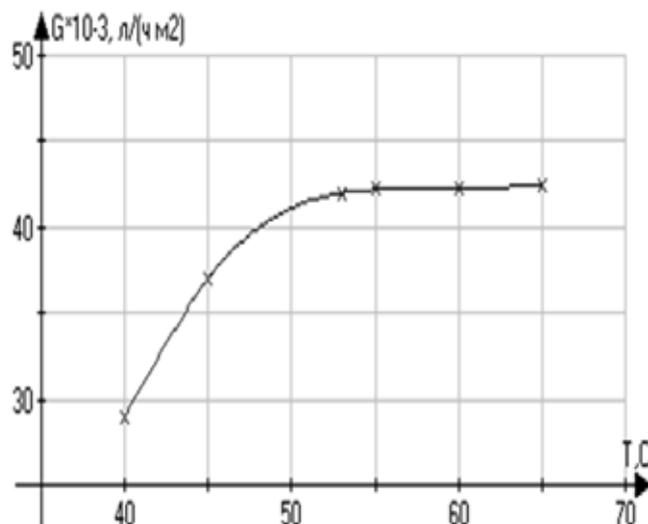


Рис. 4. Зависимость проницаемости мембран от температуры

Таблица
Показатели исходного и конечного продуктов

Параметры, %	Калье	Концентрат (УФ биотворог)	Пермеат
Белок общий	2,5	7,5	0,0
Лактоза	4,8	5,2	4,5
Жир	2,5	7,5	0,0
Минеральные в-а	0,5	0,5	0,5
СВ	10,3	20,7	5,0

Таким образом, проведенные исследования дали возможность разработать технологию и оборудование для производства УФ биотворога баромембранными методами. Полученные результаты позволяют, на наш взгляд, внедрять высокотехнологичное, конкурентоспособное оборудование для производства УФ биотворога как на крупных молочных предприятиях, так и на предприятиях небольшой мощности.

Литература

1. Биотворог «Бифилайф» – максимально полезный продукт! // Молочная промышленность. 2008. № 9.
2. Вотинцев Ю. П., Гаврилова Н. Б., Чернопольская Н. Л. Ультрафильтрация в производстве функционального творожного продукта // Переработка молока. 2014. № 7 (177).
3. Фильчакова С. А. Аспекты развития промышленной технологии творога // Переработка молока. 2014. № 2 (172).
4. Тимкин В. А., Минухин Л. А., Гальчак И. П., Лазарев В. А. Разработка баромембранной технологии переработки молочной сыворотки // Аграрный вестник Урала. 2013. № 7 (113).

References

1. Biotvorog «Bifilife» – the most useful product! // Dairy promyshlennost. 2008. № 9.
2. Votintsev J. P., Gavrilova N. B., Chernopolskaya N. L. Ultrafiltration in the production of functional curd products // Processing of milk. 2014. № 7 (177).
3. Filchakova S. A. Aspects of Industrial Technology // Cheese dairies. 2014. № 2 (172).
4. Timkin V. A., Minuhin L. A., Galchak I. P., Lazarev V. A. Development baromembranes processing technology whey // Agrarian bulletin of the Urals. 2013. № 7. (133).