

конкурентоспроможності гірничо-металургійної продукції. Інвестиції: практика та досвід. 2011. №14. С. 72–76.

3. Совершенствование технологии и оборудования агломерационного производства/ И. М. Мищенко, В. В. Кочура, Я. Ю. Асламова и др. *Металлургические процессы и оборудование*. 2011. №3. С.35–44.

**Шинкарик Марія Миколаївна**

*кандидат технічних наук, доцент,  
професор кафедри обладнання харчових технологій*

**Кравець Олег Ігорович**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри обладнання харчових технологій  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Стічні води молокопереробних підприємств належать до категорії концентрованих за органічними забруднювачами, які містяться в дисперсному та в розчиненому стані. Дисперсна фаза забруднень представлена жирами та частинками скоагульованого білка. Що стосується сироробних підприємств то основну масу дисперсних частин становить так звана «сирна пилука», що утворюється в результаті гідро- механічних процесів виробництва. Дисперсний склад цих частинок знаходиться в межах від 0,2 до 2,0 мм [1].

В розчинному стані містяться частково білок, органічні кислоти, молочний цукор.

Значну частину БСК становить інший молочний білок – альбумін.

У середньому склад стічних вод молокопереробних підприємств представлений у таблиці 1 [2].

Високі концентрації легкоокислюваних органічних речовин у стічних водах молокопереробних заводів призводять до різкого зниження розчиненого кисню у водоймах. Крім того, характерною ознакою цих вод є низьке значення

pH внаслідок утворення кислотних сполук під час біохімічного розкладу. Надходження у водні об'єкти значних кількостей завислих речовин білкового походження призводить до різкого накопичення донних відкладів, для яких характерними є процеси гниття. Найбільшою загрозою для водних об'єктів є стічні води виробництв казеїну та твердих сирів, що характеризуються високими показниками ХСК та БСК [2]. Також встановлено, що їх негативна дія на навколишнє середовище у 500-1000 разів перевищує забруднюючу дію побутових стічних вод [3]. Зокрема для окислення органічних сполук, що містяться лише в 100 тоннах молочної сироватки, потрібно стільки ж кисню як для окислення побутових стоків міста з населенням у 160 тис. чоловік [4]. Проблемою є також нестабільність характеристик стоків в часі від кислих до лужних. Очевидно, що є проблемним запропонувати схему і технологію очистки таких стоків.

Таблиця 1

#### Склад стічних вод молокопереробних підприємств

№ з/п	Найменування показника	Значення показника, Мг/л
1	Зважені речовини	320
2	БСК	1200
3	Жири	100
4	Хлориди	150

Найбільш радикальним способом підвищення екологічності молочних підприємств є мінімізація викидів забруднюючих речовин. Зокрема це стосується молокозаводів, основною продукцією яких є білкові продукти – сир і казеїн, а основним забруднювачем – сироватка.

Адже, як стверджують спеціалісти, при правильно організованій переробці сироватки із 100 т молока, яке потрапляє на переробку можна отримувати від 5 тис. євро додаткової виручки [5].

Враховати, що втрати молочної сироватки в Україні складають близько 350 – 400 тис. тонн на рік [6], можна стверджувати, що молочна галузь в цілому не доотримує мільйони євро.

Тому проблема повноцінної переробки цього вторинного ресурсу займає одне з головних завдань в молочній промисловості.

На сьогодні існують багато шляхів переробки та використання молочної сироватки, які можна згрупувати в чотири основні напрямки: використання сироватки без обробки; переробка і використання у вигляді концентратів; виділення і використання найбільш цінних компонентів; переробка сироватки біологічним методом.

Шлях використання сироватки без обробки полягає у її застосуванні, наприклад, при випічці хліба і хлібобулочних виробів.

Переробка і використання сироватки у вигляді концентратів передбачає отримання концентратів шляхом сушіння або згущення. Найбільш поширеним способом переробки сироватки на сьогодні у світі є її сушіння.

З метою видалення жиру із сироватки використовують відцентровий метод – сепарування. Проте в процесі роботи виникають проблеми, пов'язані із швидким забрудненням міжтарілкового простору в результаті адгезійного зчеплення часток білка, що міститься в сироватці, з поверхнею тарілки. Тільки при добре організованому процесі сепарування можна досягнути в обезжиреній сироватці залишок жиру 0,05%, зазвичай він становить 0,1%. У зв'язку з цим виділенню жиру із сироватки на сепараторі повинен передувати процес її очистки від дисперсного білка.

Сироватковий білок можна виділити в натуральному вигляді, із збереженням функціональних властивостей. Основною тенденцією останніх років у розвитку молочної промисловості є широке використання мембранних методів обробки. Значний інтерес, з точки зору перспективних мембранних процесів, представляє електродіаліз, який є ефективним способом демінералізації молочної сироватки. В роботі [7] автор доводить, що застосування процесів електродіалізу та мембранної дистиляції при

комплексній переробці молочної сироватки мають вагомі переваги в порівнянні з існуючими методами: при видаленні мінеральних речовин шляхом електродіалізу витрачається майже у 2,8 рази менше енергії та утворюється у 3 рази менше стічних вод, ніж при іонному обміні. При застосуванні мембранних методів обробки наявність в сироватці дисперсного білка є недопустимою, оскільки він спричиняє забруднення поверхні мембрани. Це призводить до різкого зниження питомої продуктивності установки та збільшення часу обробки. Тому підготовка сироватки до мембранної обробки повинна включати в себе відділення дисперсного білка.

Тобто першим етапом розглянутих способів перероблення сироватки, а також очищення стоків, які містять сироватку, є очистка від дисперсних частинок білка.

Нами запропоновано конструкцію фільтра [8] із самоочисним фільтрувальним елементом, який дозволяє проводити безперервний процес очистки сироватки при стабільно високому ступені розділення. Перевагою даного фільтра є те, що його можна використовувати як для великих заводів так і для підприємств малої потужності, в умовах яких подальша переробка сироватки є не доцільною у зв'язку з малими її об'ємами.

**Висновок.** Основним шляхом підвищення екологічності молочних підприємств є повна переробка молочної сироватки. Проте більшість заводів є малопотужними, не мають обладнання для переробки сироватки та не зможуть його собі дозволити у найближчій перспективі. Налагодження глибокої переробки молочної сироватки в таких умовах можливе лише за шляхом створення централізованих виробництв для переробки сироватки, що передбачає кооперацію дрібних та середніх виробників.

Очищення сироватки від дисперсних частинок на запропонованому фільтрі покращить її подальшу очистку і переробку.

**Література:**

1. Шинкарик М.М. Аналіз гранулометричного складу білкової дисперсної фази/ М.М. Шинкарик, О.І. Кравець// Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2011. – Т. 2, № 40. – С. 266-269.
2. Гивлюд А.М. Моніторинг забруднення стічних вод молокопереробних підприємств/ А.М. Гивлюд// Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2014. – № 787 : Хімія, технологія речовин та їх застосування. – С. 301–305.
3. Сафонов М.С. Молочная сыворотка – источник кормового белка / М.С. Сафонов// Ценовник. – 2010. – №10. – С.10-12.
4. Кравченко Э.Ф. Экологические и экономические аспекты переработки молочной сыворотки/ Э.Ф. Кравченко// Молочная промышленность. – 2006. – №6. – С.20-21
5. Димар О. Продукти переробки сироватки: напрямки, технології, економіка. XII Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Молочний бізнес» 2019р.
6. Маркетинговое исследование украинского рынка молочной сыворотки.// Alliance Capital Management. Москва: Эксмо, 2016. 220 с.
7. Змієвський Ю. Г. Застосування електродіалізу і мембранної дистиляції в процесі переробки молочної сироватки : автореферат дис. на здобуття ступеня канд. сехн. наук : спец. 05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв / Ю. Г. Змієвський. – К.: 2010. – 21 с.
8. Пат. на кор. мод. 77749 України, МПК В 01 D 35/28. Фільтр для очистки молочної сироватки від сирного пилу / Шинкарик М.М., Кравець О.І., Шинкарик М.В.; заявник і власник Тернопільський нац. тех. ун. ім. І.Пулноя. заявл. 14.08.12 ; опубл. 25.02.13, Бюл. № 5.