

2. Некоторые биохимические и биологические особенности инвазионных видов *Solidagocanadensis* L. и *S. gigantea* Ait. / Ю.К. Виноградова [и др.] // Бюлл. Гл. бот.сада. – 2014. - № 4. – С. 46-51.

3. Do allelopathic compounds in invasive *Solidagocanadensis* L. restrain the native European flora? / D. Abhilasha [et al] // J. Ecol. – 2008. – Vol. 96. – P. 993 – 1001.

4. Secondary metabolites from the invasive *Solidagocanadensis* L. accumulation in soil and contribution to inhibition of soil pathogen *Pythium ultimum* / S. Zang [et al] // App. soil ecol. – 2011. – Vol. 48. – P. 280–286.

5. Ингибитор трипсина из золотарника канадского (*Solidagocanadensis* L.): активность физико-химические свойства / О.А. Иванов, В.И. Домаш, Е.Л. Гвоздева, Е.В. Иевлева, Т.А. Валуева // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2012. – № 3. – С. 33–37.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ β-ГАЛАКТОЗИДАЗЫ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА ПЕРМЕАТА МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Куликова И.К., Анисимов Г.С., Карасева А.В., Евдокимов И.А.  
Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь,  
kik-st@yandex.ru

*В статье приведены результаты исследований активности фермента β-галактазидазы при проведении процесса гидролиза лактозы совместно с электродиализной обработкой пермеата.*

Пермеат молочного сырья уже нашел довольно широкое применение в пищевой промышленности: в технологии хлебобулочных изделий, мороженого, молочных консервов, в супах и соусах для придания текстуры, в колбасных изделиях в качестве заменителя солей-фиксаторов окраски [4]. Одним из путей [1] улучшения органолептических показателей пермеатов молочного сырья является их обессоливание и ферментативная обработка. Глюкозо-галактозные сиропы повышают питательную ценность продуктов, улучшают технологические свойства. Сиропы рентабельны для внутризаводского использования в качестве альтернативного подслащивающего вещества, например, в сливочном мороженом или йогуртах [2, 3].

Для проведения процессов электродиализа и гидролиза в промышленных условиях обычно используется периодический способ, требующий затрат времени и поддержания температурного режима. Комбинированием процессов можно сократить время цикла и сэкономить энергоресурсы предприятия.

Целью проведения данных исследований являлось изучение каталитической активности β-галактозидазы при различных температурах в

пермеате творожной и подсырной сыворотки при совмещении процессов электродиализа и ферментативной обработки.

При проведении исследований использовалась электродиализная установка ED mini производства АО MEGA (Чешская Республика), пермеат творожной и подсырной сыворотки, препарат  $\beta$ -галактозидазы «Биолактазы Л20», Kerry Ingredient. Первый этап гидролиза был совмещен с процессом электродиализа и проводился в течение 2 ч при следующих условиях: доза внесения фермента 1 мл/л, температура  $(20,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$  или  $(30,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$ , до достижения уровня деминерализации около 70 %. Второй - без электродиализной обработки, температура  $(40 \pm 1,0)^\circ\text{C}$  в течение 4 ч до достижения степени гидролиза лактозы около 90 %.

В качестве контроля использовались образцы пермеата, гидролизованные при  $(40,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$ , доза внесения фермента 1 мл/л. В процессе гидролиза контролировались остаточное содержание лактозы и точка замерзания пермеата (рисунки 1 - 3).

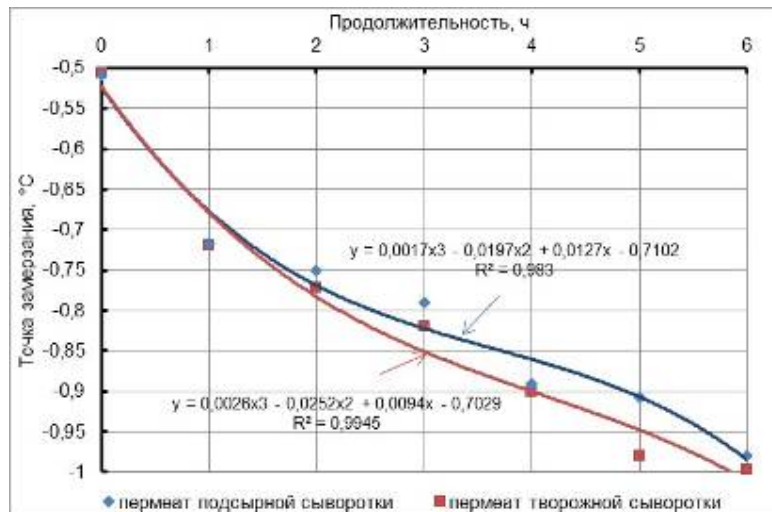


Рисунок 1 – Динамика точки замерзания образцов в течение электродиализной обработки  $(20,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$  и ферментативной обработки

Сравнительный анализ полученных данных показывает, что динамика ферментативного гидролиза лактозы в контрольных образцах (рисунок 3) и в образцах с электродиализной обработкой (рисунки 1, 2) отлична. При температуре  $(20 \pm 2,0)^\circ\text{C}$  точка замерзания в течение 6 часов понижается равномерно и достигает максимального значения  $(-0,98 \pm 0,01)^\circ\text{C}$  в пермеате подсырной сыворотки и  $(-0,996 \pm 0,01)^\circ\text{C}$  в пермеате творожной сыворотки.

В образцах с электродиализной обработкой при температуре  $(30 \pm 2,0)^\circ\text{C}$  точка замерзания значительно быстрее понижается после 2-х часовой электродиализной обработки и имеет максимальное значение  $(-0,99 \pm 0,01)^\circ\text{C}$  в пермеате подсырной сыворотки и  $(-1,001 \pm 0,01)^\circ\text{C}$  в пермеате творожной сыворотки.

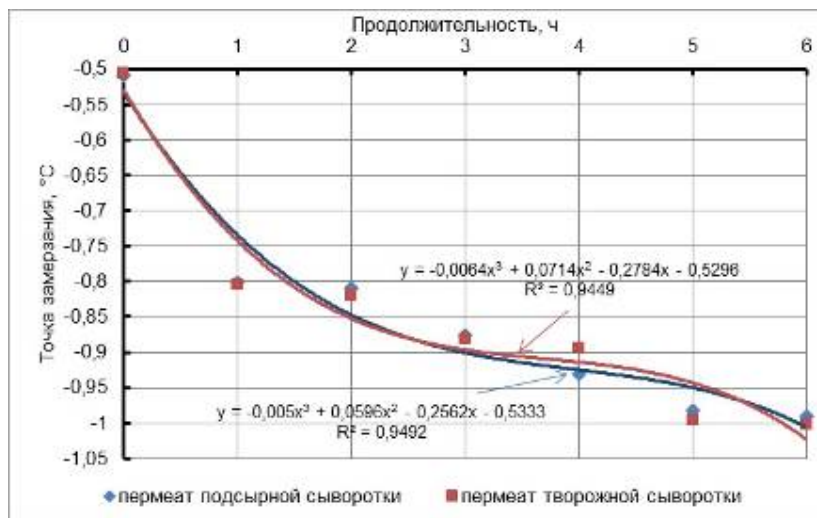


Рисунок 2 - Динамика точки заморозания образцов в течение электродиализной ( $t = (30,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ ) и ферментативной обработки



Рисунок 3 - Динамика точки заморозания контрольных образцов в течение ферментативной обработки с применением ферментного препарата «Биолактаза Л20»

Скорость гидролиза лактозы после 2-х часов электродиализной обработки ускоряется (рисунок 4 а, б). Вероятнее всего это связано с тем, что при электродиализе происходит частичное удаление одновалентных катионов и анионов, что способствует повышению активности фермента  $\beta$ -галактозидазы [5, 6]. Следовательно, можно утверждать, с повышением уровня деминерализации пермеата до 70% увеличится степень гидролиза лактозы во вторичном молочном сырье.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что для наиболее максимального достижения степени гидролиза эффективным является одновременный процесс гидролиза и электродиализа, при температуре  $(30 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , с применением ферментного препарата «Биолактаза Л20» в течение 6 часов.

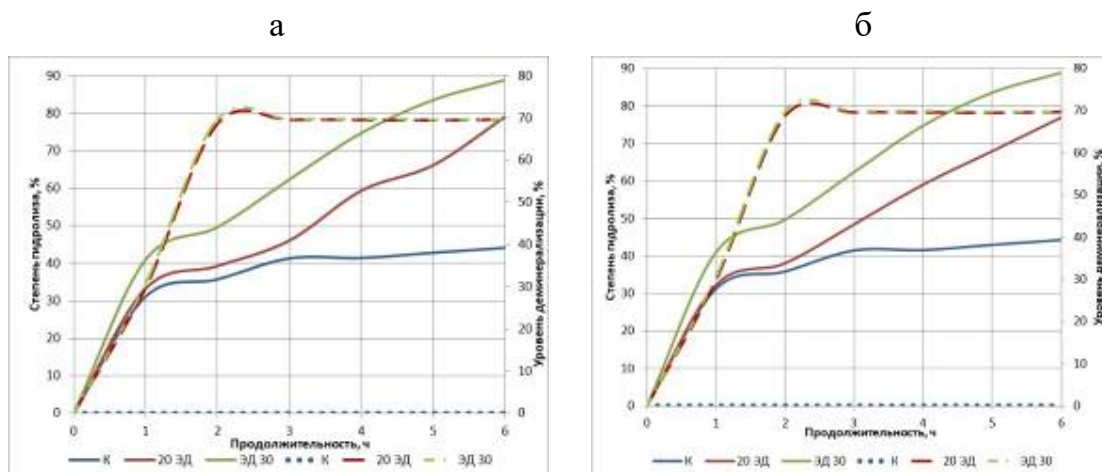


Рисунок 4 – Влияние уровня деминерализации на степень гидролиза лактозы в пермеате подсырной (а) и творожной (б) сыворотки с применением фермента «Биолактаза Л20»

#### Список литературы:

1. Евдокимов, И.А. Деминерализованный пермеат как альтернатива молочному сахару / И.А.Евдокимов, Д.Н.Володин, В.К.Топалов, В.А.Михнева // Молочная промышленность. – 2013 – №2.
2. Михнева, В.А. Гидролизаты лактозы для молочных продуктов с фруктово-ягодными наполнителям/В.А. Михнева, И.А. Евдокимов, В.С. Сомов // Молочная промышленность. 2012. - №7. – С. 58-59.
3. Сомов, В.С. Разработка технологии фруктовых добавок с использованием глюкозо-галактозных сиропов [Текст] : дис. ... канд. техн. наук.: 05.18.04 / Сомов Виталий Сергеевич; [Место защиты: Сев.-Кавказ. федер. ун-т].- Ставрополь, 2013. - 151 с.
4. Alak Kumar Singh and Karunakar Study on Hydrolysis of Lactose in Whey by use of Immobilized Enzyme Technology for Production of Instant Energy Drink Advance Journal of Food Science and Technology 4(2): 84-90, 2012.
5. Archana Parashar. Incorporation of whey permeate, a dairy effluent, in ethanol fermentation to provide a zero waste solution for the dairy industry/ Archana Parashar, Yiqiong Jin, Beth Mason, Michael Chae, David C. Bressler// Journal of Dairy Science. March 2016, P. 1859–1867
6. Wail-Alomari, Malik Hadadin, Ali K. Alsaed and Khalid Al-Ismail Optimization of Acidic Labneh Whey Lactose Hydrolysis with Immobilized Beta-Galactosidase Enzyme from Kluyveromyces lactis Jordan Pakistan Journal of Nutrition 10 (7): 675-679, 2011.