

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОЛИЗАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ МОЛОКА**

**Л. А. Борисенко, А. Д. Лодыгин, А. В. Адоньев**

Представлены результаты экспериментов по оптимизации технологических параметров ферментативного гидролиза сывороточных белков молока с применением электрохимически активированной воды (ЭХА-воды). Разработана принципиальная схема получения концентрата сывороточных белков с регулируемым уровнем протеолиза.

In the article the results of experiments on optimization of technological parameters of milk whey proteins enzymatic hydrolysis with use of electro-chemically activated water are given. Principle scheme of whey protein concentrate with regulated level of hydrolysis reception are developed.

Проблема полного и рационального использования молочной сыворотки существует во всех странах с развитой молочной промышленностью. Полное использование всего сухого остатка молочной сыворотки возможно при производстве напитков, сгущенных и сухих продуктов.

Особый интерес для пищевой отрасли представляют белки молочной сыворотки, которые по содержанию дефицитных незаменимых аминокислот (лизина, триптофана, метионина и треонина) и цистеина являются наиболее биологически ценной частью белков молока, поэтому их использование для пищевых целей имеет большое практическое значение.

Целью настоящей работы было экспериментальное обоснование технологических параметров ферментативного гидролиза сывороточных белков молока с применением электрохимически активированной воды (ЭХА-воды) и разработка принципиальной схемы получения концентрата сывороточных белков с регулируемым уровнем протеолиза.

Для определения оптимальных значений технологических параметров процесса гидролиза – температуры ( $X_1$ ) и pH ( $X_2$ ) – был реализован двухфакторный эксперимент по равномер-ротативному плану. Уровни и интервалы варьирования входных параметров (таблица 1) были установлены

на основании результатов экспериментов по изучению кинетики ферментативного гидролиза белков молочной сыворотки.

При проведении двухфакторного эксперимента в качестве контролируемого параметра эффективности процесса гидролиза была использована массовая доля аминного азота, характеризующая накопление продуктов распада белков.

Таблица 1 – Параметры двухфакторного эксперимента

Уровни варьирования	Обозначения	Кодируемые параметры	
		X <sub>1</sub> , t, °С	X <sub>2</sub> , рН, ед.
Основной уровень	0	45	8,5
Шаг варьирования	λ	5	0,5
Верхний уровень	+1	50	9,0
Нижний уровень	-1	40	8,0
Звёздные точки: - верхняя - нижняя	+R -R	51,4 38,6	9,4 7,6

Математическая обработка результатов эксперимента позволила получить уравнение регрессии в виде полинома второй степени, достоверно и адекватно описывающее исследуемый процесс.

$$Y = 32,58 + 0,501 * X_1 + 3,335 * X_2 - 5,353 * X_1^2 - 8,111 * X_2^2 + 4,499 * X_1 * X_2$$

Из полученного уравнения регрессии следует, что увеличение параметров X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> (температура и активная кислотность соответственно) положительно влияет на накопление аминного азота. При этом изменение активной кислотности в исследуемом диапазоне значений оказывает большее влияние на выход продуктов гидролиза по сравнению с варьированием температуры выдержки. Для входных факторов характерно наличие квадратичных эффектов, а отрицательные значения коэффициентов при

соответствующих членах полинома свидетельствуют о наличии области экстремума (максимума) выходного параметра. Межфакторные взаимодействия температуры и рН образцов концентрата положительно влияют на накопление аминного азота в процессе гидролиза. На основании уравнения регрессии была построена поверхность отклика выходного параметра Y, отражающая его зависимость от входных факторов. Данные пространственной графической модели наиболее полно иллюстрируют исследуемый процесс (рисунок 1).

Сопоставление значений исследуемых факторов, соответствующих пику поверхности, позволило определить оптимальные параметры процесса гидролиза белков подсырной сыворотки:

- температура  $(41 \pm 2,0)^\circ\text{C}$ ;
- активная кислотность  $(9 \pm 0,2)$  ед.

Результаты исследований послужили основой для разработки принципиальной схемы получения гидролизатов сывороточных белков молока в жидкой и сухой формах. Технологическая схема получения продукта включает следующие операции:

- приемка и оценка качества молочной сыворотки;
- выделение жира и казеиновой пыли;
- пастеризация, охлаждение и резервирование обезжиренной сыворотки;
- фракционирование молочной сыворотки методом ультрафильтрации;
- сбор пермеата и его дальнейшее использование (производство молочного сахара, производных лактозы);
- сбор концентрата сывороточных белков, пастеризация, охлаждение до температуры инокуляции ферментного препарата, регулирование рН;
- ферментативный гидролиз сывороточных белков препаратом панкреатина;
- инактивация ферментного препарата;

- охлаждение и фасование (при производстве жидкого гидролизата);
- концентрирование гидролизата сывороточных белков (ГСБ) методом диафильтрации или вакуум-выпариванием;
- лиофильная или распылительная сушка концентрата;
- фасование сухого ГСБ, хранение.

Гидролизаты сывороточных белков могут быть использованы непосредственно, а также в составе бифидогенных концентратов на основе молочной сыворотки и обезжиренного молока при создании новых видов продуктов питания функционального назначения.

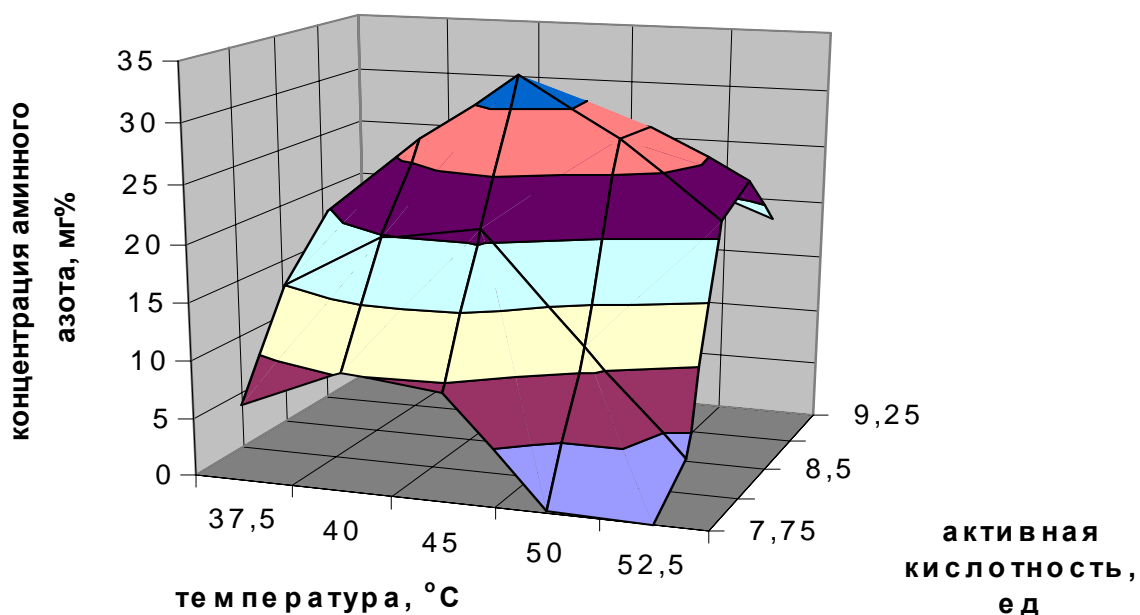


Рисунок 1 – Поверхность отклика выходного параметра Y