

УДК 637.1

## СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩИХ ЭНЗИМОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

**Пликина А.В.** (ФГАОУВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»),  
**Федоров А.С.**(ФГАОУВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»),  
**Бучилина А.С.**(ФГАОУВО «Национальный исследовательский университет ИТМО») **Научный руководитель – к.т.н., доцент Гунькова П.И.** (ФГАОУВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Приведено сравнение молокосвертывающей активности энзимов животного и микробного происхождения и показателей образуемых ими белковых сгустков. Показано, что энзимы животного происхождения имеют наибольшую молокосвертывающую активность по сравнению с их микробными аналогами, а образуемые данными ферментами сгустки характеризуются высокими вязкостью и скоростью отделения сыворотки.

При производстве сыров и творога для свертывания молочных белков применяют различные молокосвертывающие энзимы. Все они относятся к кислым протеазам, содержат в активном центре карбоксильные группы аспарагиновой кислоты и проявляют молокосвертывающую, протеолитическую и пептидазную активность.

Для получения белковых молочных продуктов высокого качества молокосвертывающие ферменты, используемые при их выработке, должны обладать высокой способностью к гидролизу пептидной связи Фен<sub>105</sub>–Мет<sub>106</sub> в молекуле κ-казеина, минимальной способностью расщеплять другие пептидные связи в белках молока и проявлять активность в диапазоне pH молока при производстве сыров и творога. Способность энзимов к быстрому гидролизу связи Фен<sub>105</sub>–Мет<sub>106</sub> в молекуле κ-казеина называют молокосвертывающей активностью, а их свойство расщеплять другие связи в молочных белках – общей протеолитической активностью. Оптимальным является наименьшее значение отношения общей протеолитической активности к молокосвертывающей активности.

*Цель* работы состояла в сравнении молокосвертывающей активности энзимов различного типа и показателей образуемых ими белковых сгустков.

Молокосвертывающие энзимы классифицируют по их происхождению, разделяя их на полученные из животного и растительного сырья, а также с помощью микроорганизмов. Наилучшим молокосвертывающим энзимом для производства белковых молочных продуктов считается телячий сычужный фермент, доминирующий в четвертом отделе желудка телят в возрасте до 14 дней. Этот фермент получил название химозин (от греч. *chymos* желудочный сок) или реннин (от англ. *rennin* сычуг) (не путать с ренином, образующимся в почках). Доля химозина в экстрактах из сычуга уменьшается с возрастом. В связи с недостатком и высокой стоимостью телячьего сычужного фермента на молочных производствах также используют и другие молокосвертывающие энзимы, которые можно разделить на несколько типов. Первый тип – пепсины–желудочные протеиназы жвачных и некоторых других животных: говяжий, свиной, куриный пепсины, которые чаще всего используют в виде смесей друг с другом или с телячьим сычужным ферментом. Второй тип – молокосвертывающие энзимы, продуцируемые растениями, например, фермент из цветков артишока испанского. Такие коагулянты используются редко, так как их промышленное производство в настоящее время не налажено. Третий тип – аналоги химозина микробного происхождения, продуцируемые *Kluveromyces lactis*, *Aspergillus niger*, *Escherichia coli*, *Rhizomucor pusillus*, *Rhizomucor miehei* и др. Энзимы различных типов отличаются молокосвертывающей и пептидазной активностью, а также термоустойчивостью и др. технологическими свойствами.

Объектами исследования являлись коммерческие молокосвертывающие ферментные препараты производства Danisco: Carlina (состоящий из экстракта фермента животного

происхождения), Marzyme (состоящий из фермента, продуцируемого *Rhizomucor miehei*), пепсин куриный производства РФ и белковые сгустки, полученные с их участием. Анализ результатов исследования показал, что наибольшей молокосвертывающей активностью, равной 102500 усл. единиц, характеризуется ферментный препарат Marzyme. Наименьшую молокосвертывающую активность, составившую 70175 усл. единиц, показал препарат Carlina. Активность пепсина куриного составила 92000 усл. единиц. Наибольшей эффективной вязкостью и скоростью отделения сыворотки характеризовались белковые сгустки, образованные с участием молокосвертывающего энзимного препарата Carlina. Сгустки, образованные с участием препаратов Carlina и Marzyme имели приятный кисломолочный вкус и запах. Белковые сгустки, образованные пепсином куриным имели высокую эффективную вязкость, но обладали посторонним горьким привкусом, который, вероятно, можно объяснить высокой пептидазной активностью и низкой степенью очистки данного препарата. Энзимы животного происхождения имеют наибольшую молокосвертывающую активность по сравнению с их микробными аналогами.