

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИПАЗЫ *YARROWIA LIPOLYTICA* В СЫРОДЕЛИИ

О.Д. Левчук<sup>1</sup>, А.А. Неверко<sup>2</sup>, Л.И. Сапунова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, Минск

**Аннотация.** Получен препарат гомогенной внеклеточной липазы *Yarrowia lipolytica* 142. Показана возможность ее использования в сыроделии как импортозамещающего аналога липолитического фермента животного происхождения.

**Ключевые слова:** микробная липаза, характеристика фермента, применение, пищевая промышленность.

**Введение.** Липаза (КФ 3.1.1.3) – фермент класса гидролаз, катализирующий гидролиз триацилглицеридов с образованием жирных кислот и глицерина. Она находит применение в лабораторной диагностике, производстве лекарственных средств, косметики, бытовой химии, пищевой продукции [1, 2]. В процессе производства сыров липаза катализирует гидролиз триглицеридов молочного жира, что сопровождается сокращением сроков созревания сырных продуктов и приданием им характерных вкусов и ароматов [3].

Липазу синтезируют животные (ткани поджелудочной железы, сычуги коз, ягнят, молодняка крупного рогатого скота), растения (папайя, ананас, молочай, семена клещевины, рапса и др.) и микроорганизмы. Однако наибольший потенциал в качестве промышленного биокатализатора представляет микробная липаза вследствие простоты ее получения и выделения.

**Материалы и методы.** В качестве наиболее перспективных продуцентов липазы рассматривают дрожжи р. *Yarrowia*. Липазы дрожжей субстрат-специфичны и стабильны в широком диапазоне физико-химических условий катализа. Преимущественно внеклеточная локализация липолитических ферментов позволяет легко выделять и очищать их, что снижает производственные затраты и делает эти микроорганизмы предпочтительными продуцентами ферментных белков [4].

Объект исследования – внеклеточная липаза штамма *Yarrowia lipolytica* 142 (далее *Y. lipolytica*), полученного из Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов.

На предыдущих этапах работы нами был получен препарат очищенной липазы, синтезируемой штаммом *Y. lipolytica* [5]. Для определения возможности использования фермента в производстве сыра устанавливали зависимость его активности от температуры. Согласно представленному графику (рис. 1), максимум каталитического действия липазы *Y. lipolytica* проявляется в диапазоне температуры 40–50 °С (рис. 1).

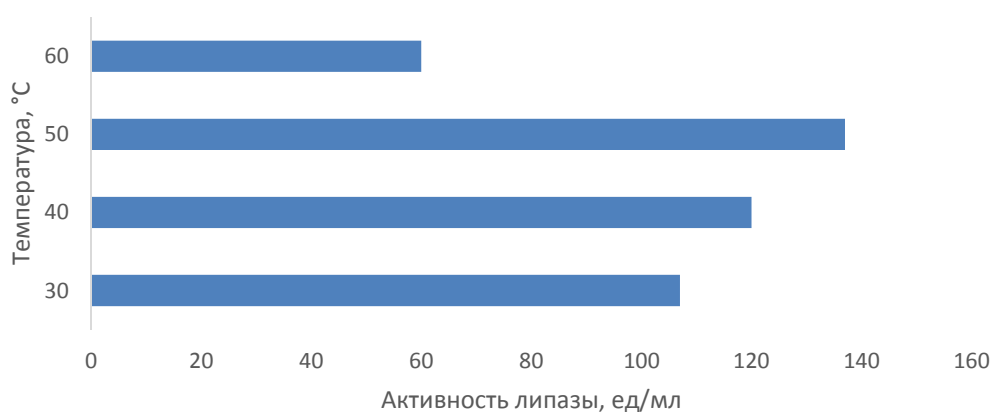
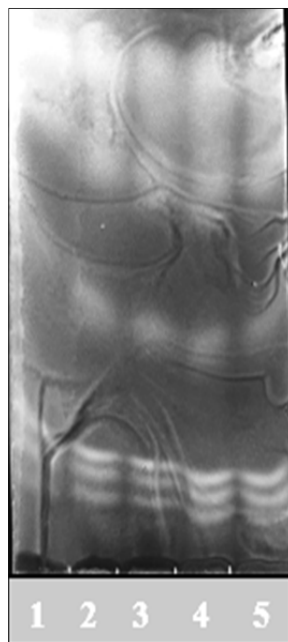


Рисунок 1. – Влияние температуры на активность липазы *Yarrowia lipolytica*

Технологии, применяемые в сыроделии в Республике Беларусь, предполагают четкое соблюдение термо-временных режимов. Основной этап формирования молочного сгустка происходит при температуре 40 °С, что позволяет сделать вывод о возможности использования липазы *Y. lipolytica* в производстве сыра.

В лабораторных условиях оценена способность липолитического фермента *Y. lipolytica* гидролизовать жиры молока. Анализ продуктов их ферментативного гидролиза проводили методом тонкослойной хроматографии на силикагелевых пластинах («Merck KGaA», Германия) в системе растворителей гексан – диэтиловый эфир – ледяная уксусная кислота. Продукты реакции проявляли спиртовым раствором фосфомолибденовой кислоты при 180°C в течение 10 мин.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результат хроматографического разделения продуктов гидролиза показал сходный профиль насыщенных и ненасыщенных жирных кислот при гидролизе молока липазой (5 и 10 единиц активности) *Y. lipolytica* и прегастральными липазами телят и козлят (рис. 2).



1 – контроль (молоко); 2, 3 – 5 и 10 единиц липазы, соответственно;  
4, 5 – прегастральные липазы козлят и телят, соответственно

**Рисунок 2. – Хроматограмма продуктов ферментативного гидролиза жиров молока (в негативном изображении)**

В РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с применением дрожжевой липазы и коммерческих препаратов прегастральных липаз телят и козлят изготовлены экспериментальные образцы сыра и проанализирован их жирнокислотный профиль. Результаты анализа показали практически полное соответствие массовых долей насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в сырах, приготовленных с использованием липаз животного и микробного происхождения.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования микробного фермента в процессе производства сыра взамен липазы животного происхождения.

**Заключение.** Дальнейшие исследования будут посвящены изучению органолептических свойств сыра, произведенного с использованием отечественной дрожжевой липазы и фермента животного происхождения. Для определения качества сыра планируется исследование его органолептических показателей – внешнего вида, вкуса, запаха, консистенции, рисунка и цвета.

#### *Список использованных источников*

1. Treichel, H. A review on microbial lipases production / H. Treichel [et al.] // Food Bioprocess Technol. – 2010. – Vol. 3. – P. 182–196.
2. Franken, L.P.G. Effect of treatment with compressed propane on lipases hydrolytic activity / L.P.G. Franken // Food Bioprocess Technol. – 2010. – Vol. 3, № 4. – P. 511–520.
3. Andualema, B. Microbial lipases and their industrial applications: re-view / B. Andualema, A. Gesse // Biotechnol. – 2012. – Vol. 11, No. 3. – P. 100-118.
4. Bharathi, D. Microbial lipases: An overview of screening, production and purification / D. Bharathi, G. Rajalakshmi // Biocatal. Agric. Biotechnol. – 2019. – Vol. 22 :101368. doi: 10.1016/j.bcab.2019.101368.

5. Левчук О.Д., Сапунова Л.И. Выделение и очистка липазы дрожжей *Yarrowia species* для использования в сыроделии // XI Междунар. науч. конф. мол. ученых: биоинформатиков, биотехнологов, биофизиков, вирусологов, молекулярных биологов и специалистов фундаментальной медицины – 2024 («OpenBio–2024»), РФ, Новосибирская обл., наукоград Кольцово, 24–27.09.2024. : сб. тез. – АНО «Инновационный центр Кольцово. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2024. – С. 173–174.