

УДК 663.81

# БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И СПЕЦПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*Е.И. Курбатова, Е.В. Костылева, А.С. Серeda, Н.В. Цурикова*

*ВНИИПБТ – филиал ФГБУН "Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи",  
Москва, Россия*

В настоящее время растительное сырье перерабатывается с получением ограниченного числа целевых продуктов, что не обеспечивает рационального использования сырьевых ресурсов в результате неполного извлечения содержащихся в них экстрактивных веществ. Кроме того, недостаточная степень переработки растительных полимеров приводит к нестабильности многокомпонентной системы получаемых экстрактов. Оценку эффективности применения ферментных препаратов (ФП) при переработке плодово-ягодного сырья целесообразно проводить исходя из двух факторов: 1) степени деструктивного воздействия ФП на клеточные стенки (КС) плодово-ягодной ткани, отражающейся на таких показателях, как сокоотдача, извлечение фенольных компонентов и экстракция общих растворимых веществ как показатель вкуса – ароматической составляющей целевого продукта, 2) влияния ФП на качественные показатели непосредственно клеточного сока, в том числе, снижение его динамической вязкости.

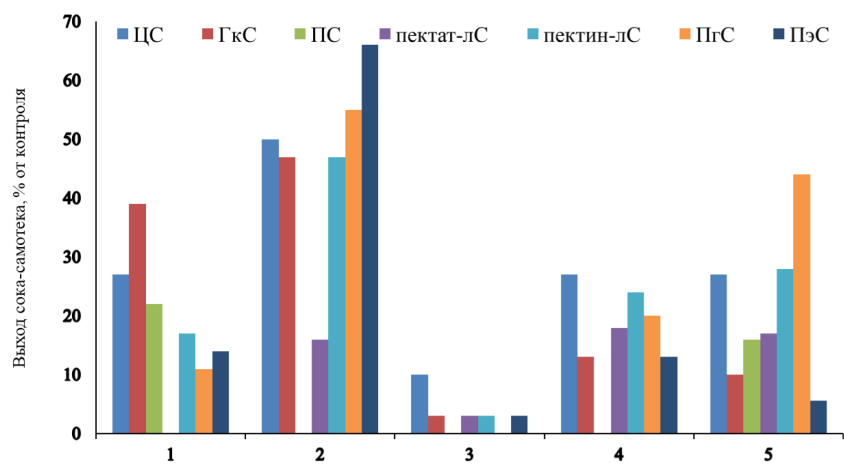
В настоящее время рынок ФП испытывает недостаток биокатализаторов, рекомендуемых для обработки растительного, в т. ч. плодово-ягодного, сырья в результате ухода западных производителей ранее широко востребованных ФП. С целью реализации плана по импортозамещению продукции, согласно приказу Минпродторга России от 15 ноября 2022 года № 4743 проведены исследования, направленные на изучение эффективности отечественных ФП в технологии переработки наиболее часто используемых в промышленности видов сырья: яблоки, черная смородина, черноплодная рябина, калина, облепиха.

В работе использовали ФП, произведенные на основе штаммов-продуцентов ферментов, полученных как непосредственно во ВНИИ пищевой биотехнологии, так и при сотрудничестве с МГУ им. М.В. Ломоносова, ФИЦ Биотехнологии РАН, Институтом биохимии и физиологии микроорганизмов (г. Пущино). В качестве ферментов полигалактуроназного (PrC) и пектинэстеразного (ПэС) действия на пектиновые вещества рассматривали препарат Пектофоетидин, также в состав мультиэнзимного комплекса для разрушения пектина были введены ферменты пектин-лиазного (пектин-лС) и пектат-лиазного (пектат-лС) действия. Для биокатализа структурных полисахаридов – клетчатки и гемицеллюлоз, использовали ФП, полученные из микромицетов *Trichoderma* и *Penicillium*, обладающие целлюлолитической (ЦС) и гемицеллюлазной (ГкС) активностью. Также оценивали действие отечественного препарата кислой протеазы (ПС) – Протооризин и комплексных ФП Глюканофоетидин и Ксилоризин (табл. 1).

Таблица 1. Ферментные препараты, полученные на основе отечественных штаммов микроорганизмов

| Препараты для разрушения пектиновых веществ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Вспомогательные ферментные препараты                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Комплексные препараты                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пектофоетидин – препарат, эндо- и экзо-полигалактуроназы, полученный на основе <i>Asp. foetidus</i> (ВНИИПБТ, МГУ);<br>Мацеробациллин, содержащий преимущественно ферменты пектат- (80 %) и пектин-лиазного действия (20 %), полученный на основе <i>Bac. circulans</i> ;<br>Поликанесцин – препарат пектин-лиазы, полученный из <i>Pen. canescens</i> (МГУ, ИНБИ им. Баха) | Бета – глюканаза – источник гемицеллюлаз, полученный из <i>Tr. longibrahmatum</i> (МГУ);<br>Целлозим плюс – преимущественно содержащий целлюлолитический комплекс ферментов, полученный на основе <i>Tr. viride</i> (МГУ);<br>Протооризин – комплексный препарат кислых пептидаз на основе <i>Asp. oryzae</i> (ВНИИПБТ) | Глюканофоетидин – препарат, обладающий комплексом ферментов пектолитического и карбогидразного действия, полученный на основе <i>Asp. foetidus</i> (ВНИИПБТ).<br>Ксилоризин – препарат, обладающий ксиланазной, эндоглюканазной и пектиназной активностью, получен из <i>Tr. reesei</i> (ВНИИПБТ) |

На основании результатов проведенных исследований по оценке эффективности действия индивидуальных ферментов на плодово-ягодное сырье как на выход жидкой фракции (рис. 1), так и на извлечение экстрактивных веществ, разработаны требования к составу ферментных систем для каждого вида сырья: для яблок: полигалактуроназа+пектинэстераза (Пектофоетидин) в комплексе с бета-глюканазой или Глюканофоетидин индивидуально; для черной смородины: полигалактуроназа+пектинэстераза (Пектофоетидин) в комплексе с целлюлазой (Целлозим плюс) или Ксилоризин индивидуально; для калины и облепихи: пектин-лиаза (Поликанесцин) в комплексе с целлюлазой (Целлозим плюс); для черноплодной рябины: препарат пектат-лиазы (Мацеробациллин) в комплексе с целлюлазой (Целлозим плюс).



1-яблоки; 2-черная смородина; 3-черноплодная рябина; 4-калина; 5-облепиха

Рисунок 1. Эффективность отечественных ФП при обработке плодово-ягодного сырья

Биокатализ структурообразующих полимеров КС, а также снижение вязкости жидкой фракции позволил значительно повысить выход соков и морсов. Изучение биохимического состава полученных в результате использования отечественных ФП ферментализатов плодово-ягодного сырья показало значительное увеличение содержания экстрактивных веществ (редуцирующих сахаров на 10,8–24,5 %, органических кислот 5,5–33,0 %, фенольных соединений на 8,0–45,0 %), а также биологически ценных компонентов (биофлавоноидов, катехинов, стероидов, токоферолов, витаминов). Повышение уровня данных компонентов в составе полуфабрикатов позволяет рекомендовать их к использованию при производстве функциональных напитков, а также при производстве продуктов для спецпитания.

*Научно-исследовательская работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2022–2024 гг. (тема FGMP-2022–0006)*