

УДК 661.728

**ФЕРМЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК «ЗЕЛЁНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ  
В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**  
Одинцова С.Е. (СПбГУПТД ВШТЭ), Светлолобов А.Ю. (СПбГУПТД ВШТЭ),  
Липин В.А. (СПбГУПТД ВШТЭ), Тараченкова М.Н. (СПбГУПТД ВШТЭ)  
Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Липин В.А.  
(СПбГУПТД ВШТЭ)

**Введение.** Ферментативные технологии позволяют значительно увеличить эффективность производства, снизить затраты и создавать продукцию высокого качества, при этом данные технологии являются частью «зеленых технологий» и способствуют сохранению экологической целостности. Применение ферментативных технологий не обходит такую отрасль как целлюлозно-бумажная промышленность. Они позволяют увеличивать эффективность белящих реагентов технологий TCF отбели cellulose, таких как пероксид водорода и озон. В данном исследовании рассматривается применение ферментов липаза, амилаза, ксиланаза на различных стадиях отбели cellulose. Фермент липаза способствует расщеплению и фракционированию жиров. Амилаза применяется в качестве катализатора для растворения крахмала до олигосахаридов, а ксиланаза для гидролиза ксилана [1].

**Основная часть.** Целью исследования являлось определение возможности использования ферментов липаза, амилаза, ксиланаза в процессе предварительной обработки целлюлозы для повышения эффективности отбели. В работе использовалась хвойная сульфатная целлюлоза производства ОАО «Марийский целлюлозной бумажный комбинат». Проводилась предварительная обработка целлюлозы ферментами при температуре от 20 до 80°C, времени 2 часа, концентрация ферментативного препарата от 0,5 до 10% об. В процессе отбели cellulose использовалась TCF технология, представляющая собой последовательность, включающая использование пероксида водорода в присутствии щелочи. Количественно результаты отбели оценивались числом Каппа, определяемым согласно стандарту ISO 302:2015. В процессе предварительной обработки целлюлозы наблюдалось снижение числа Каппа, показателя остаточного лигнина, у образцов, обработанных каждым ферментом по отдельности [2-4]. Снижение числа Каппа при оптимальных концентрациях ферментативного препарата до проведения процесса отбели для фермента амилаза составляет 10 единиц, для фермента липаза – 7 единиц, для фермента ксиланаза – 9 единиц по сравнению с числом Каппа исходного образца без проведения ферментативной обработки. Снижение данного показателя наблюдается также после проведения отбели cellulose.

**Выводы.** Таким образом, снижение числа Каппа образцов после обработки ферментативными препаратами липаза, амилаза, ксиланаза показывает повышение эффективности белящего реагента – пероксида водорода. В дальнейшем данные ферменты можно использовать на стадии предварительной обработки целлюлозы.

**Список использованных источников:**

1. Odincova S.E., Lipin V.A. Application of enzymes of the hydrolase class of the protease subclass in industry // Theory and Practice of Modern Science: the View of Youth. Сб. научных трудов - 2023. С. 142-150.
2. Светлолобов А.Ю., Одинцова С.Е., Тараченкова М.Н., Федоскин И.А., Липин В.А. Исследование параметров делигнификации целлюлозы ферментом амилаза // VII Всероссийской студенческой конференции с международным участием, посвященной 110-летию со дня рождения профессора В. В. Перекалина и 60-летию факультета химии РГПУ им. А. И. Герцена «Химия и химическое образование XXI века». Сб. научных трудов - 2023. С. 77.

3. Тараченкова М.Н., Федоскин И.А., Одинцова С.Е., Светлолобов А.Ю., Липин В.А. Влияние предварительной обработки древесной целлюлозы ферментами класса гидролаз на степень делигнификации физикохимия растительных полимеров // X международной конференции «Физикохимия растительных полимеров». Сб. научных трудов - 2023. С. 215-217
4. Одинцова С.Е., Светлолобов А.Ю., Тараченкова М.Н., Федоскин И.А., Липин В.А. Модернизация предварительной обработки целлюлозы ферментом липаза // III Международной научной конференции «Инновационные направления развития науки о полимерных волокнистых и композиционных материалах». Сб. научных трудов - 2022. С. 102-103