

М. В. Харина, Р. Т. Валеева, С. Г. Мухачев,
В. М. Емельянов, А. А. Галеева

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ И ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОЛИЗА СОЛОМЫ ФЕРМЕНТНЫМ КОМПЛЕКСОМ NS22074

Ключевые слова: ферментализ, солома, целлюлоза, редуцирующие вещества.

Проведены исследования по ферментативному гидролизу соломы при варьировании температуры, pH и концентрации фермента с целью получения ферментализатов с максимальным содержанием редуцирующих веществ.

Key words: fermentolysis, straw, cellulose, reducing substances.

There was carried out studies on enzymatic hydrolysis of straw in the variation of temperature, pH and concentration of the enzyme in order to obtain hydrolysates with a maximum content of reducing substances.

Исследование процессов гидролиза растительного сырья и целлюлозы проводили на лабораторной установке [1, 2] для ферментативного гидролиза аналогично [3, 4] с использованием целюлазного комплекса NS22074 фирмы Новозаймс.

Исследование процессов ферментативного гидролиза проводили при гидромодуле 1:10 и более и в регулируемом температурном диапазоне 45-50°C и pH 5,0-5,5 [3].

В ходе экспериментальных исследований кинетики и оптимизации условий проведения процесса ферментативного гидролиза аналогично предыдущим исследованиям [3] измеряли значение pH в ферментализате, скорость вращения мешалки, ток в цепи якоря электродвигателя, падение напряжения на якоре двигателя.

При проведении контрольных экспериментов в качестве источника целлюлозы использовали фильтровальную бумагу. В экспериментальных процессах - предварительно подготовленную солому [5].

Солома предварительно запаривалась в автоклаве при избыточном давлении 0,1 МПа в течение 3 часов в нейтральной (эксперимент 1), щелочной (эксперимент 2) и кислой среде (эксперимент 3).

Процессы ферментализации проводили в соответствии с характеристикой применяемого ферментного препарата при поддержании активной кислотности и температуры в оптимальных диапазонах для данного фермента. Длительность процессов ферментализации составляла от 8 до 72 часов.

Целлюлазный комплекс NS22074 - используется при гидролизе лигно-целлюлозных материалов. Данный комплекс катализирует распад целлюлозных материалов на глюкозу, целлобиозу и высшие полимеры глюкозы и может использоваться для снижения вязкости и увеличения выхода различных продуктов растительного происхождения.

Количество подаваемого целлюлазного комплекса при ферментализации варьировали от 5 до 40 мл (активностью 1,000 EGU/g). Для полного гидролиза доступной целлюлозы в глюкозу в сочетании с основным целлюлазным комплексом использовали дополнительные ферменты фирмы Новозаймс [6].

В эксперименте 1 использовались дополнительные ферменты: β -глюкозидаза в суммарном количестве 3 мл, в эксперименте 2 – ксиланаза в количестве 2 мл, в эксперименте 3 - β -глюкозидаза в количестве 1 мл.

Изменение концентрации РВ в контрольных и экспериментальных процессах ферментативного гидролиза представлены на рис.1 – 4.

Массу полисахаридов, массу РВ и энергозатраты рассчитывали аналогично предыдущим исследованиям [3, 7].

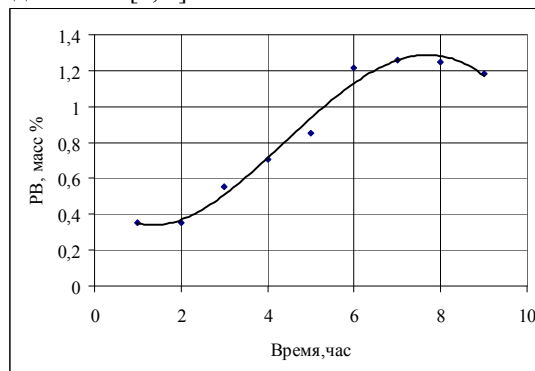


Рис. 1 - Изменение концентрации РВ в контрольных процессах ферментативного гидролиза бумаги

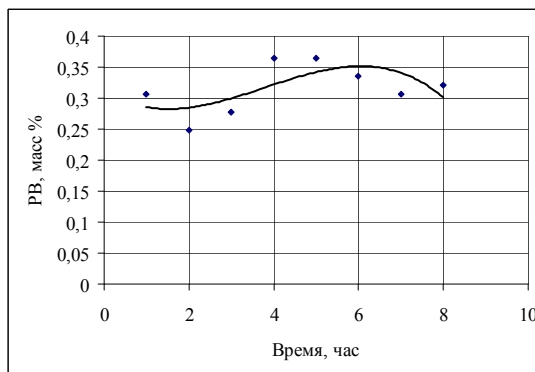


Рис. 2 - Изменение концентрации РВ в процессе ферментативного гидролиза соломы предварительно запаренной в автоклаве в нейтральной среде с использованием дополнительных ферментов

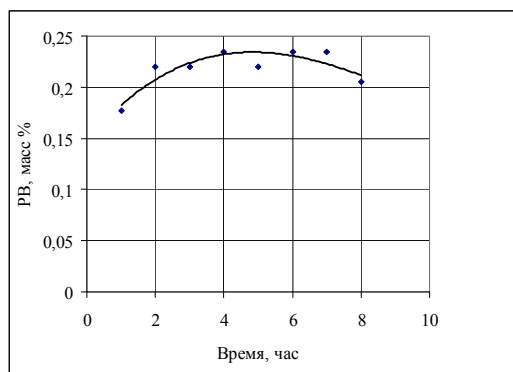


Рис. 3 - Изменение концентрации РВ в процессе ферментативного гидролиза соломы предварительно запаренной в автоклаве в щелочной среде

Расчетные данные по конверсии субстратов и скорости проведенных процессов представлены в таблице 1.

Расчетные данные по удельным энергозатратам проведенных процессов представлены в табл. 2.

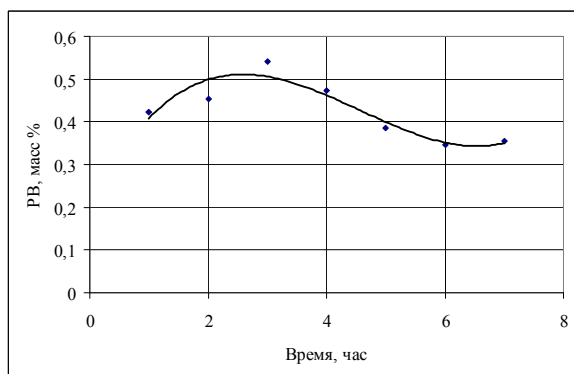


Рис. 4 - Изменение концентрации РВ в процессе ферментативного гидролиза соломы предварительно запаренной в автоклаве в кислой среде

Таблица 1 – Расчетные данные по конверсии субстратов и скорости проведенных процессов

Процесс	T ср, °C	pH ср	РВ max, %	Конверсия, %	R, гРВ/л*час
Контроль	47,06	5,39	1,26	75,65	3,51
Эксперимент 1	49,36	5,02	0,37	21,91	1,78
Эксперимент 2	50,47	5,02	0,23	23,26	2,33
Эксперимент 3	48,23	4,94	0,54	32,46	3,52

Таблица 2 - Расчетные данные по удельным энергозатратам проведенных процессов

Процесс	I, А	U, В	Δt_{max} , ч	W, Вт*ч	Wуд, Вт*ч/гРВ
Контроль	1,52	8,42	7,0	89,59	3,56
Эксперимент 1	1,60	6,70	4,0	42,88	5,79
Эксперимент 2	1,47	7,54	3,5	39,03	8,49
Эксперимент 3	1,52	8,37	3,0	38,17	3,53

Как следует из таблиц 1, 2, при применении целлюлазного комплекса NS22074 предобработку сырья наиболее целесообразно осуществлять в кислой среде. Для ферментного комплекса NS50012, исследованного ранее [3], наилучшие показатели процесса (конверсия, скорость процесса, удельные энергозатраты) достигнуты при ферментации соломы, предварительно запаренной в автоклаве в нейтральной среде при избыточном давлении 0,1 МПа в течение 3 часов. Однако из данных по конверсии субстратов ферментными комплексами NS22074 и NS50012 следует, что наилучшие показатели процесса ферментации предобработанной пшеничной соломы достигаются с применением препарата NS22074 (скорость ферментации выше в 1,7 раза, конверсия выше на 0,89%, снижение удельных энергозатрат в 0,68 раз).

Литература

1. Р.М. Нуртдинов, С.Г. Мухачев, Р.Т. Валеева, В.М. Емельянов, М.Ф. Шавалиев, И.В. Шагивалеев, И.А. Якушев, Вестник Каз. технол. ун-та, 2, 143 – 147, (2011).
2. А.С. Понкратов, Р.М.Нуртдинов, Вестник Каз. технол. ун-та, 22, 62-67, (2011).
3. М.В. Харина, Р.Т. Валеева, С.Г. Мухачев, В.М. Емельянов, Вестник Каз. технол. ун-та, 13, 210 – 212, (2012).
4. Р.М. Нуртдинов, Р.Т. Валеева, В.М. Емельянов, С.Г. Мухачев, М.В. Харина, Вестник Каз. технол. ун-та, 14, 211 – 214, (2011).
5. Р.М. Нуртдинов, Р.Т. Валеева, С.Г. Мухачев, М.В. Харина, Вестник Каз. технол. ун-та, 9, 264 – 267, (2011).
6. Новые ферменты «Нововзаймс» // Производство спирта и лежководочных изделий, 1, 65-68, (2001).
7. С.Г. Мухачев, В.Н. Мельников, А.Р. Садыков, Б.Н. Иванов, Л.И. Корнилова, Вестник Каз. технол. ун-та, 2, 423-429, (2003).