

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И СОДЕРЖАНИЯ КРЕМНЕЗЕМА В РИСОВОЙ ШЕЛУХЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ

Рисовая шелуха отличается по химическому составу от плодовых оболочек других злаков высоким содержанием аморфного кремнезема (до 20 %), для получения оксида кремния (кремнезема) необходимо изучить его производственные параметры, состав и основные технические характеристики, которые зависят от места произрастания риса. В работе были определены различные компоненты в образцах кремнезема из риса, произрастающего в разных регионах.

Рисовая шелуха, которая является сельскохозяйственными отходами, может быть преобразована в ценный продукт в виде кремнезема, которые содержат в рисовой шелухе зависит от климата, состава почвы и типа риса [1]. Растения поглощают кремний в виде растворимой кремниевой кислоты $\text{Si}(\text{OH})_4$ из окружающей почвы, причем наибольшая концентрация кремния определяется во внешнем слое эпидермиса (рисовая шелуха) [2]. Рисовая шелуха содержит 75 – 80 % органических веществ, таких как целлюлоза, лигнин и др. и другие минеральные компоненты, такие как кремнезем, щелочи и микроэлементы [3]. Рисовая шелуха содержит примеси в виде оксидов алюминия, железа, калия, кальция, марганца, натрия, титана, фосфора и др. [4].

Целью работы являлось изучение термической обработки рисовой шелухи из различных регионов в качестве источника диоксида кремния (SiO_2).

Приготовление диоксида кремния из рисовой шелухи осуществляли по схеме, показанной на рисунок. 1.

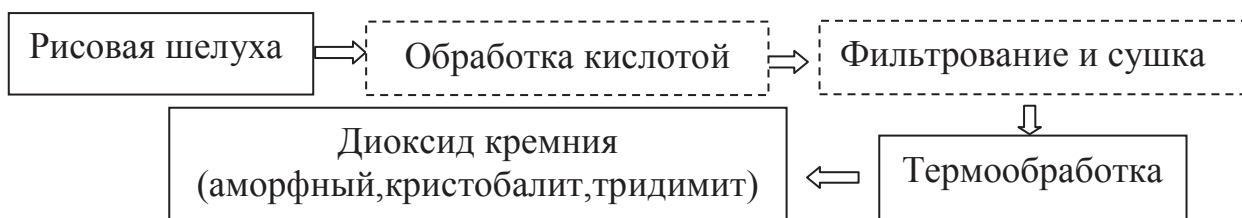


Рисунок.1. Схема получения диоксида кремния из рисовой шелухи.
Пунктиром показаны необязательные стадии.

Для исследования были отобраны образцы рисовой шелухи, выращенной в Социалистической Республике Вьетнам, Республике Союз Мьянма и Российской Федерации.

Таблица 1. Характеристики рисовой шелухи из разных регионах

Свойство	Размерность	Диапазон значений свойств образцов РШ		
		России	Мьянмы	Вьетнама
Средн. размер	мм	3,8 – 4,3	3,8 – 4,3	4 – 5
Плотность	кг/м ³	96 – 132	95 – 130	90 – 130
Влажность	%	7 – 10	8 – 11	8 – 12
Зольность	%	19 – 22	18 – 21	17 – 21

Для определения температуры полного сгорания рисовой шелухи проводили дифференциально-термический анализ (ДТА) и дифференциальную сканирующую калориметрию (ДСК) с использованием приборов марки QD-1500 (Paulik-Paulik-Erdey) в интервале температур 25--1000 °С со скоростью нагрева 10 °С/мин и QD-1500 DSC (Netzsch) в интервале температур 25--1000 °С со скоростью нагрева 10 °С/мин соответственно. ДТА проводили в открытом тигле, ДСК – в закрытом тигле в атмосфере аргона. Температурные диапазоны экзотермических эффектов и потерь массы значительно отличаются, что указывает на необходимость обеспечения доступа воздуха к образцу для получения кремнезема без остаточного содержания углерода (рисунок 2).

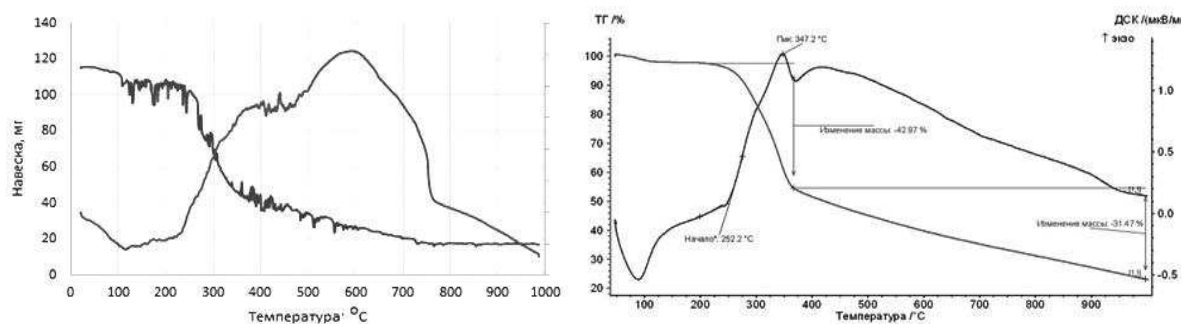


Рисунок 2. Дифференциально-термический анализ (ДТА) (А) и дифференциальную сканирующую калориметрию (ДСК) (Б)

Таблица 2. Сравнение потерь массы РШ, обработанной в различных условиях

	Потери массы в интервале температур, °С				Остаток массы, %
	50 – 150	150 – 250	250 – 400	400 – 750	
ДТА--ТГ, открытый тигель	50 – 150	150 – 250	250 – 400	400 – 750	
Потери массы, %	5	--	60	18	17
ДСК--ТГ, тигель с крышкой, аргон	50 – 150	150 – 230	230 – 350	350 – 1000	
Потери массы, %	5	--	43	30	22

Полученную золу рисовой шелухи анализировали с помощью сканирующей электронной микроскопии совмещенной с элементным анализом на микроскопе Jeol JSM-6510LV в Центре коллективного пользования РХТУ им. Д. И. Менделеева. Кремнезем с примесями соединений щелочных и щелочноземельных материалов при росте риса пропитывает все растительные ткани рисовых оболочек, образуя своеобразный неорганический скелет.

Из результатов рентгенофазового анализа можно сделать вывод, что при термообработке при 600 – 700 °С был получен активный аморфный кремнезем, а при температуре выше 750 °С кремнезем начинает кристаллизоваться в виде α - кварца, α - тридимита и α - кристобалита, что влияет на снижение его активности. В полученной золе могут содержаться минеральные примеси, которые могут значительно уменьшаться при кислотной обработке.

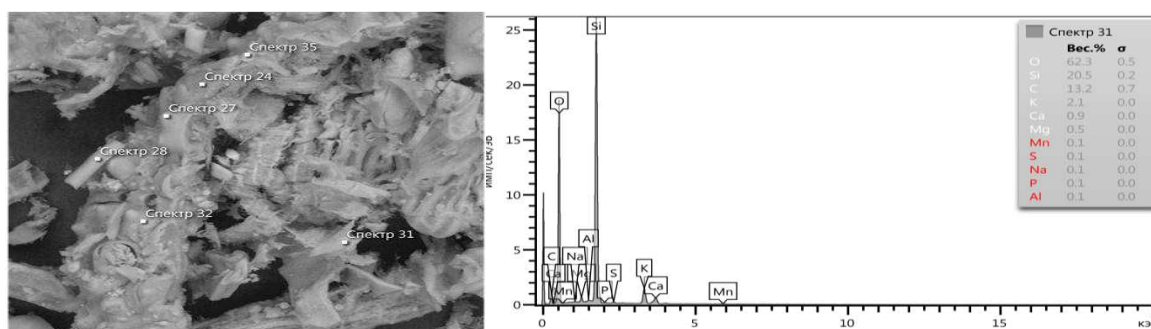


Рисунок 3. Частицы золы рисовой шелухи (А) и спектр ее химического состава (Б)

Далее показана сравнительная таблица результатов весового процента рисовой шелухи золы из разных мест (таблица 3).

По результатам элементного анализа золы рисовой шелухи из разных регионов, химические составы очень близки, а содержание кремния, который представлен кремнеземом, колеблется от 90 до 93 %,

количество примесей до 7 %. По результатам расчета определено; содержание кремнезема: в золе рисовой шелухи из Вьетнама составляет 90,5 %, из Мьянмы – 93,2 % и из России – 93 %, соответственно.

Таблица 3. Состав соединения, присутствующих в золе шелухи риса из разных регионах

Содержание соединения масс. %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	SO ₃	П.п.п	Сумма
Россия	92,79	0,37	0,01	0,29	0,76	0,05	0,03	0,38	5,32	100
Мьянма	93,20	0,26	0,02	0,21	0,24	0,01	0,03	0,15	5,88	100
Вьетнам	90,45	0,60	0,05	0,71	0,57	0,11	0,04	0,41	7,06	100

Рисовая шелуха является крупномасштабным сельскохозяйственным отходом, который в настоящее время представляет большой интерес в качестве источника многих материалов на основе кремния при сжигании в контролируемых условиях. Белый аморфный кремнезем высокой химической чистоты может быть получен из рисовой шелухи путем кислотной обработки с последующим контролируемым сжиганием. Некоторые применения кремнезема шелухи риса как наполнитель в полимерных материалах, как возможная замена для сконденсированного перегара кремнезема в высокопрочном бетоне, исходном материале для соединений кремния высокой эффективности и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ 2061656, Способ получения аморфного диоксида кремния из рисовой шелухи // Земнухова Л.А., Сергиенко В.И., Каган В.С., Федорищева Г.А, МПК С 01 В33/12.
2. Ma J.F., Tamai K, Ichii M, Wu K., A rice mutant defective in active Si uptake // American Society of Plant Biologists (ASPB), Plant Physiology, 2002, 130 (4), Pg.2111-2117.