

УДК 622.732.661.183

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТХОДОВ БИОМАССЫ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

© *К.А. Сартова<sup>1</sup>, Г.Б. Камбарова<sup>2\*</sup>, Г.Л. Байзакова<sup>2</sup>, Ш. Сарымсаков<sup>2</sup>, Г.М. Арапбаева<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Кыргызско-Турецкий университет Манас, пр. Чынгыза Айтматова, 56, Бишкек, 720044 (Кыргызстан), e-mail: k.sartova@mail.ru*

<sup>2</sup>*Институт химии и фитотехнологий НАН КР, пр. Чуй, 265-а, Бишкек, 720071 (Кыргызстан), e-mail: gulnara\_kambarova@mail.ru*

<sup>3</sup>*Кыргызская государственная медицинская академия им. И. Ахунбаева, ул. Ахунбаева, 92, Бишкек, 720020 (Кыргызстан)*

Целью данной работы является изучение технического, химического и группового состава биомассы хлопчатника (лат. *Gossypium*) и полыни – эстрагона (лат. *Artemisia Dracunculus* L.) для установления их пригодности при получении химических продуктов. Результаты исследования позволили установить, что биомасса хлопчатника и полыни – эстрагона может быть использована в качестве сырья для получения химических продуктов и адсорбентов.

Исследование химического состава анализируемых растений показало, что их можно использовать в дальнейшем для получения целлюлозы (37 до 48%), лигнина (21–31%), гемицеллюлоз (11–21%) и пектиновых веществ (6.64 до 11.0%).

Растительное масло, выделенное из семян полыни – эстрагона, выход которого составляет (15.7%), было объектом для дальнейшей переработки, в результате которой получены метиловые и этиловые эфиры высших карбоновых кислот, которые могут найти применение в качестве добавок к дизельным топливам.

В процессе переработки получены экстрактивные вещества – дубильные, природные красители, липиды (воски), антиоксиданты-полифенолы.

*Ключевые слова:* полынь – эстрагон, физико-химические свойства, возобновляемое растительное сырье, отходы, биомасса, присадка, пектин, гемицеллюлозы, лигнин, адсорбенты.

### **Введение**

В последние годы привлекает большой интерес многотонажные возобновляемые отходы сельского хозяйства, в качестве перспективного сырья для получения полезных материалов [1]. Такое сырье содержит, как правило, природные биологически активные вещества, процесс выделения которых из отходов в большинстве случаев успешно конкурирует с процессом его химического синтеза. Например, ежегодно в мире образуется в качестве отходов до 4–5 млрд т соломы, содержащей выше 30% целлюлозы [2].

---

*Сартова Кулдумкан Абдыкеримовна* – кандидат химических наук, доцент кафедры химической инженерии, e-mail: k.sartova@mail.ru

*Камбарова Гульнара Бексултановна* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, e-mail: gulnara\_kambarova@mail.ru

*Байзакова Гульмира Лесбековна* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, e-mail: gulmira.bayzakova@mail.ru

*Сарымсаков Шайдылда* – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: gulnara\_kambarova@mail.ru

*Арапбаева Гульзифа Мойдуновна* – кандидат химических наук, доцент кафедры фармакогнозии и химии лекарственных средств, e-mail: gulnara\_kambarova@mail.ru

В хлопководческих республиках неиспользуемыми отходами являются стебли, коробочки, корни хлопчатника.

В данной статье рассмотрены перспективы использования отходов производства хлопчатника (*Gossypium*) и огромного количества полыни – эстрагона (*Artemisia Dracunculus* L.) – ежегодно возобновляемое сорное растение на территории Кыргызстана, которые представляют собой ценное сырье для химической промышленности, которые пока не находят эффективное использование. Большой частью, по видимому, связано с отсутствием комплексных технологий переработки, однако важную роль играет

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

использование этих материалов, являющихся местным сырьем, позволяет ликвидировать многотоннажные отходы сельскохозяйственного производства.

В настоящее время переработку отходов биомассы растениеводства проводят по трем основным направлениям:

- получение органических веществ (углеводы, пектины, лигнин, целлюлоза, полифенолы и др.) [3–7];
- получение адсорбентов [8–11];
- получение композиционных материалов и биогаза [12–14].

Цель данной работы – изучение химического состава биомассы хлопчатника и полыни – эстрагона для установления их пригодности при получении химических продуктов (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлозы, пектинов и фенольных соединений).

### Экспериментальная часть

Объектом исследования выбраны биомассы дикорастущего сорного растения полыни – эстрагона, местное название Шыралжын (лат. *Artemisia Dracunculus* L.) и хлопчатник (*Gossypium*).

*Биологическая характеристика полыни-эстрагон (Artemisia Dracunculus L.).* Согласно данным [15], полынь – эстрагон – многолетнее сорное растение с характерным запахом и большим раскидистым соцветием, относится к семейству сложноцветных. Цветет растение в июне – июле, плодоносит в августе – сентябре. Растет сплошными зарослями в долинах, вдоль дорог, арыков и на пустырях по всей территории Кыргызстана. Снижает продуктивность пастбищ и сельхозугодий. В вегетационный период биомасса полыни не является поедаемым растительным сырьем для животных, по-видимому, из-за сильного запаха. В конце вегетационного периода стебли полыни – эстрагона деревянеют, приобретая твердость. В сельской местности его заготавливают, главным образом, в качестве бытового топлива. Биомасса полыни – эстрагона (*Artemisia Dracunculus* L.) не была достаточно изучена в качестве химического и энергетического сырья и потому представляет интерес для проведения соответствующих исследований.

Заготовку сырья (сбор вели на территории Иссык-Кульской области) проводили в первой половине октября 2016 г., в период созревания. Общую массу надземных частей биомассы полыни – эстрагона делили вначале на две части. Одну часть принимали за общую массу, а в другой половине разделяли семена с листьями и стебли.

Таким образом, из свежесобранного сырья было подготовлено три вида образцов проб: общая масса полыни (ОМП), стебли (СТП) и семена с листьями (СЛП). Приготовленные пробы сушили при комнатной температуре до постоянного веса и затем измельчали до размера 2–3 см. Из каждой пробы отбирали по 100 г, измельчали и отсеивали через сито 0,25 мм и подвергали техническому, групповому и химическому анализу в соответствии с используемыми методиками.

*Биологическая характеристика хлопчатника. Хлопчатник (лат. Gossypium)* – семейства Мальвовые (*Malvaceae*). У хлопка щитовидные прицветники, образующие подчашник, или обертку, защищают части цветка, которые после оплодотворения превращаются в плод коробочку.

Хлопковая коробочка созревает и вскрывается-лопается через 45–70 дней после распускания цветка: набухающие волокна раздвигают ее створки так, что они оказываются перпендикулярными оси цветка [16]. Волокна из разных гнезд как бы слипаются в единую массу, которая остается на месте, удерживаемая прилегающими частями коробочки.

Хлопок – ценная техническая культура для Кыргызстана. Его возделывают в долинных районах Ошской, Жалалабадской и Баткенской областях. При переработке хлопка-сырца остается примерно такое же количество отходов хлопководства – стебли растения (гузопая), коробочки и листья.

Заготовку сырья проводили после уборки хлопка-сырца в Жалалабадской области (ноябрь – декабрь 2016 г.). В качестве сырья для исследования использовали общую массу хлопчатника, стебли хлопчатника (гузопая) и коробочки. Исследуемую биомассу сушили при комнатной температуре до постоянного веса. Из каждой части хлопчатника отбирали пробу. Биомассу хлопчатника разделили на три вида – общую массу, стебли, коробочки. Свежесобранные пробы после сушки и измельчения до определенного размера (0,25 мм) подвергались анализу в соответствии с существующими методиками.

*Влагу* определяли по ГОСТ 27314-91, зольность – ГОСТ 1022-95, выход летучих веществ – ГОСТ 6382-91, содержание массовой доли углерода и водорода – ГОСТ 2408.1-95. Определение азота в биомассе

осуществляли по методу Кьельдаля [ГОСТ 28743-93 (ИСО 333:1996)]. Определение выхода смолистых веществ (битумов) экстракцией органическими растворителями по ГОСТ 10969-91.

*Определение содержания целлюлозы* в отдельных частях биомассы растений осуществляли по методу Кюршнера и Хоффера [17], заключающегося в обработке исходного сырья смесью, состоящей из 1 объема концентрированной  $\text{HNO}_3$  (плотность  $1,4 \text{ г/см}^3$ ) и 4 объемов  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

*Определение массовой доли лигнина* в биомассе полыни-эстрагон и хлопчатника проводили по методу Комарова [17, 18] путем обработки сырья 72% раствором серной кислоты с последующим отделением последнего фильтрованием через стеклянный фильтр.

*Определение содержания гемицеллюлоз* в образцах биомассы полыни – эстрагона и хлопчатника определяли обработкой образцов разбавленными растворами щелочей с последующим осаждением гемицеллюлоз из этих растворов.

*Жиры* определяли по обезжиренному остатку, количественное определение эфирных масел в лекарственном сырье в небольших навесках (по Гинзбергу).

Для растворения жиров использовали гексан или авиационный бензин. Экстракцию вели на аппарате Сокслета до тех пор, пока из холодильника не стал стекать абсолютно светлый раствор. Затем вели отгонку растворителя под вакуумом на роторном испарителе до тех пор, пока в колбе не останется растворителя. Этот остаток раствора затем переносили во взвешенную фарфоровую чашку и упаривали в сушильном шкафу при  $60\text{--}70 \text{ }^\circ\text{C}$  до постоянного веса.

*Выделение пектиновых веществ* из растительного сырья проводилось по нижеприведенной методике [19]. Навеску исходного сырья массой 5 г помещали в колбу и заливали гидролизующей смесью (100 мл дистиллированной воды, подкисленной до pH 1–2). В качестве кислот использовались соляная и лимонная. Гидролиз проводился при температуре  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ , время гидролиза варьировалось в диапазоне 1–5 ч. После чего смесь отфильтровывали, фильтрат упаривали при температуре  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Пектиновые вещества осаждали 96% этиловым спиртом в соотношении 1 : 1,5. Пектин отфильтровывали через бумажный фильтр, высушивали на воздухе и измельчали.

### **Обсуждение результатов**

*Исследование технического состава биомассы Шыралжына и хлопчатника.* Исследование технического, химического и группового состава выбранных объектов растительного происхождения является необходимым, важным этапом в исследовании нового сырья. Результаты технического анализа приведены в таблице 1.

Технический анализ исследуемых объектов показал, что влажность биомассы растений колеблется от 4.75–6.44%. При сжигании биомассы растений остается ее неорганическая часть – зола, которая находится в пределах 3.02–6.68% сухого вещества, в листьях с семенами полыни – эстрагона выше, чем в других органах. По содержанию золы все пробы удовлетворяют требованиям к сырью для получения адсорбентов. Высокий выход летучих веществ (72–79%) в исходном сырье способствует раскрытию различных пор за счет удаления легколетучих веществ.

Содержание битумов в исследуемых растениях – достигает от 3.29 до 13.54%. Наибольшее количество смолистых веществ, извлекаемых органическими растворителями, содержится в полыни – эстрагоне. Среди битумообразователей большое место занимают парафины и воски, представляющие собой смесь высокомолекулярных одноатомных спиртов, одноатомных высокомолекулярных кислот и их эфиров [20]. Поэтому целесообразно более подробно исследовать химический состав и свойства этих экстрактов.

*Исследование химического состава биомассы полыни – эстрагона и хлопчатника.* Элементный состав хлопчатника и полыни – эстрагона приведены в таблице 2.

Элементный химический состав растений разных пород практически одинаков. Биомасса растительного сырья состоит преимущественно из органических веществ (99% общей массы), в состав которых входят углерод (C), водород (H), кислород (O) и немного азота (N) и серы (S). Ранее в работе [21] показаны элементные анализы на сырье полыни – эстрагона (*Artemisia Dracunculus L.*), собранном в другом регионе и в другое (хранившееся) время, некоторые показатели могут не совпадать, так как это зависит от места произрастания, погодных условий, хранения и т.д.

Содержание азота в растениях тесно коррелирует с содержанием белка, а его всегда больше в семенах и молодых листьях, чем в стебле созревших культур, например, в (СЛП) составляет 1.76%.

Таблица 1. Результаты технического анализа биомассы хлопчатника и полыни

Части биомассы	Влага, %, W <sup>a</sup>	Зола, %, A <sup>dat</sup>	Летучие, %, V <sup>dat</sup>	Битумы, %, B <sup>dat</sup>
Общая масса хлопчатника (ОМХ)	5.73	4.29	79.51	4.51
Стебли хлопчатника (СХ)	6.44	5.09	75.40	3.63
Коробочка хлопчатника (КХ)	5.16	3.02	77.26	3.29
Общая масса полыни (ОМП)	5.30	4.36	76.55	12.14
Стебли полыни (СП)	4.75	2.90	77.77	6.31
Семена с листьями полыни (СЛП)	6.33	6.68	76.10	13.54

Таблица 2. Элементный состав биомассы хлопчатника и полыни

Виды биомассы	Элементный состав, % daf					Теплота сгорания, Q, МДж/кг
	С	Н	Н	С	О (по разности)	
Общая масса хлопчатника	50.23	7.02	0.43	-	42.32	21.23
Стебли хлопчатника	50.19	6.70	0.92	-	42.19	20.83
Коробочка хлопчатника	51.83	6.31	0.88	0.02	40.96	21.03
Общая масса полыни (ОМП)	50.62	6.67	1.55	0.91	41.16	21.15
Стебли полыни (СП)	50.78	6.45	0.75	0.87	41.15	20.92
Семена с листьями полыни (СЛП)	46.96	6.85	1.76	0.97	43.46	19.89

*Групповой состав биомассы полыни – эстрагона и хлопчатника.* Результаты группового анализа образцов биомассы полыни – эстрагона в сопоставлении с образцами биомассы хлопчатника представлены в таблице 3.

Изучение химического состава не древесных растений имеет большое теоретическое и практическое значение. Зная химический состав растения, можно дать правильную оценку пригодности его для технологического использования в различных отраслях промышленности. Количественные методы определения различных составных частей древесины основаны либо на непосредственном выделении отдельных компонентов (целлюлоза, лигнин), либо на определении продуктов их реакций. Целлюлозу можно получать из недревесных видов растений, таких как лен, стебли хлопчатника, полыни – эстрагона Шырлалжын, конопля, джут, кенаф и др.

Древесина различных пород содержит 40–50% (масс.) целлюлозы и до 15–30% (масс.) гемицеллюлоз, 20–30% лигнина [22].

Целлюлоза состоит из углеводных фрагментов, линейный полисахарид, построенный из звеньев  $C_6H_{10}O_5$ , лигнин представляет собой полимер ароматической природы, а гемицеллюлозы – высокомолекулярные полисахариды, отличающиеся от целлюлозы тем, что легко гидролизуются слабыми растворами минеральных кислот с образованием галактозы, ксилозы, арабинозы и уроновых кислот, из этих видов биополимеров получают различные по химическому составу продукты [23].

Как следует из таблицы 3, содержание указанных веществ зависит от рода растений, например, целлюлозы в исследуемых образцах колеблется от 37 до 48%, лигнина 21–31%, гемицеллюлоз 11–21%.

Таким образом, исследуемые объекты дают возможность заменить относительно дорогое древесное целлюлозное и хлопковое сырье на недревесные растительные отходы при получении целлюлоз, композиционных материалов (ДВП) и других разнообразных химических продуктов, дополняющих и заменяющих ассортимент продуктов промышленного нефтехимического синтеза.

*Лигнин.* Наиболее значимой составляющей полыни и хлопчатника является лигнин, содержание которого может достигать 21–31% (табл. 3).

Таблица 3. Групповой химический состав биомассы хлопчатника и полыни – эстрагона, масс. %

Вид сырья	Выход группы веществ				
	Целлюлоза	Лигнин	Гемицеллюлозы	Пектины	Жиры
Общая масса хлопчатника	40.35	21.52	11.27	8.42	–
Стебли хлопчатника	48.28	26.89	12.82	11.02	–
Коробочка хлопчатника	37.56	29.65	17.32	8.39	–
Общая масса полыни (ОМП)	42.67	30.68	21.69	7.68	12.8
Стебли полыни (СП)	47.60	31.37	20.52	8.93	0.98
Семена с листьями полыни (СЛП)	37.69	29.52	8.75	6.64	15.7

Растительный лигнин представляет собой полимер ароматической природы, состоящий из фенилпропановых фрагментов. Поэтому при окислительной или восстановительной деструкции лигнина образуются различные ароматические и фенольные соединения [24, 25].

Ароматические альдегиды являются ценным сырьем для пищевой, фармацевтической и парфюмерной отраслей промышленности. Например, сиреневый альдегид (3,5-диметоксибензальдегид) целесообразно использовать для производства триметоксибензальдегида, из которого затем получают лекарственный препарат триметоприм – компоненты бактрима, бисептола и других фармацевтических препаратов [22].

Крупномасштабным направлением утилизации гидролизного лигнина является получение сорбентов. В России организовано промышленное производство энтеросорбента «полифепан» из гидролизного лигнина без использования стадии его термической обработки [26–28].

Наиболее распространенные методы получения активных углей из твердого растительного сырья включают две стадии: карбонизацию исходного материала и последующую активацию углеродного продукта газообразными реагентами – водяным паром, диоксидом углерода, кислородом [29–30].

В работе [31] приведена карбонизация биомассы хлопчатника путем пиролиза при различных температурах от 500 °С до 800 °С и изучена характеристика полученных карбонизатов. Исследование показало, что полученные карбонизаты обладают хорошей адсорбционной активностью (выше 30%) и их можно использовать без дополнительной активации в некоторых отраслях промышленности, взамен АУ.

Таким образом, исследование физико-химических свойств анализируемых растений показало, что их можно использовать в дальнейшем для получения ценных химических продуктов и адсорбентов.

*Гемцеллюлозы.* Поскольку анализируемые растения характеризуются повышенным содержанием гемцеллюлоз (11–21%), то на их основе можно получить фурфурол. Фурфурол образуется из пентозанов и полиуронидов, содержание которых в некоторых видах лиственной древесины (например, березы) может составлять до 30% [23]. Фурфурол применяется в нефтепереработке для экстракционной очистки масляных фракций от примесей олефинов и ароматических соединений, для разделения фракций растительных жиров – триглицеридов. Традиционным и основным направлением переработки фурфурола является его гидрирование в фурфуриловый спирт и синтез из него различных термостойких смол.

Таким образом, отходы хлопчатника и сорного растения полыни – эстрагона в дальнейшем могут быть использованы для получения фурфурола.

*Пектины.* Содержание пектиновых веществ в различных частях хлопчатника колеблется от 8,0 до 11,0%, а в полыни – эстрагоне колеблется в пределах 6,94–9,0%. Данные приведены в таблице 3.

Исследования в области получения пектиновых веществ из различных видов растений приобретают важное практическое значение. Из литературных [32, 33] данных известно, что пектин обладает хорошей комплексообразующей способностью, которая выражается в способности к связыванию ионов тяжелых металлов. Данное свойство обусловлено наличием молекулы полигалактурановой кислоты. Комплексообразующая способность пектинов основана на взаимодействии их молекул с катионами тяжелых металлов. Она связана с наличием свободных карбоксильных групп и зависит от степени этерификации.

Пектины могут стать эффективным профилактическим средством по отношению к ионам тяжелых металлов и радионуклидов без побочного воздействия на организм человека. Пектиновые вещества обладают способностью связывать токсические вещества и выводить их из организма [19, 34]. На этом принципе основано использование пектиновых веществ в качестве добавки в различные продукты лечебного и профилактического назначения, а также для изготовления лекарственных средств. Основными потребителями пектиновых веществ являются кондитерская, молочная, мясная и фармацевтическая промышленность [35]. Для получения пектиновых веществ основным сырьем являются яблочные выжимки, свекловичный жом, отходы цитрусовых, корзиночки подсолнечника, отходы овощей, сокового производства, морские травы и т.д. [36].

Одним из малоисследованных сырьевых источников пектиновых веществ являются биомассы хлопчатника и полыни – эстрагона. Интерес к данному виду сырья вызван возможностью комплексной безотходной переработки отходов биомассы хлопчатника и полыни.

*Выход жировых компонентов.* Образцы биомассы полыни сильно отличаются по выходу жировых компонентов. Особенно высок выход жиров в образцах СЛП (15,7%), что способствует в определении рациональных путей их использования.

К настоящему времени химические продукты на базе растительных масел уже прочно занимают определенное место на мировом рынке (это пластичные смазки, присадки, биотопливо и др.). Ожидают,

что в течение последующих 10–20 лет производство этих продуктов займет глобальное место. Наиболее приемлемыми для указанных целей с экологической и экономической точек зрения являются растительные масла: рапсовое, подсолнечное (в Европе, Канаде), соевое (в США и Китае), кукурузное (в США), пальмовое и пальмоядровое (в Азии и Африке). Значимость проблемы технического использования жиров (масел), вероятно, возрастет с середины XXI столетия, как следствие ограниченности ресурсов нефти и необходимости кардинального решения глобальных экологических проблем [37–40].

В предлагаемой статье впервые нами выделено растительное масло на основе семян полыни – эстрагона, выход жировых компонентов довольно высок, составляет 15,7% (табл. 3). Нами планируются исследования по получению, изучению свойств эфиров (метиловых, этиловых) на основе масел, которые используются в чистом виде в качестве дизельного топлива, а при дозировании небольшого количества метиловых эфиров (0,5%) – смазывающие свойства малосернистого дизельного топлива.

Для нашей республики актуальной задачей является переработка отходов ежегодно возобновляемого растительного сырья для производства биотоплива или присадки топлива с улучшенными экологическими показателями различного функционального назначения. Каждая страна в качестве сырья для получения присадки для улучшения дизельного топлива использует доступное местное сырье.

Таким образом, перспективные направления развития фундаментальных и технологических исследований в этой области связаны с созданием новых принципов и методов комплексного использования всех основных компонентов биомассы (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз, пектиновых и экстрактивных веществ).

### Выводы

1. Биомасса хлопчатника и полыни-эстрагон по физико-химическим характеристикам может быть использована в качестве сырья для получения химических продуктов и адсорбентов.
2. Биомасса отходов хлопчатника и полыни содержит от 6,64 до 11% пектиновых веществ, представляющий интерес в качестве сорбентов по отношению к ионам тяжелых металлов и радионуклидов.
3. Выделено растительное масло (жиры) из семян полыни – эстрагона, выход составляет (15,7%), который имеет потенциал использования в качестве добавок к дизельному топливу.

### Список литературы

1. Wood and Agricultural Residues / Ed. E. J. Soltes. Acad. Press. 1983. 632 p. DOI: 10.1016/B978-0-12-654560-9.X5001-X.
2. Климов Е.С., Калюкова Е.Н., Бузаева М.В. Сорбционные свойства природного сорбента опоки по отношению к катионам никеля // Журнал прикладной химии. 2010. Т. 83. Вып. 6. С. 1026–1028.
3. Шамуратов Б.А., Мавлянов С.М., Далимов Д.Н., Алланиязова М.К. Полифенолы некоторых сортов *Gossypium hirsutum* // Химия природных соединений. 2003. Т. 39. № 6. С. 597–598.
4. Genichiro Nonaka et al. Tannins and related compounds I. Rhubarb // Chem. Pharm. Bull. 1981. N 29(10). Pp. 2862–2870.
5. Шалдаева Т.М. Флавоноиды *Artemisia dracunculul* L. из природных местообитаний юга сибирей // Растительный мир азиатской России. 2009. № 1(3). С. 105–110.
6. Шумный В.К., Колчанов Н.А., Сакович Г.В. и др. Поиск возобновляемых источников целлюлозы для многоцелевого использования // Информационный вестник ВОГиС. 2010. Т. 14. № 3. С. 569–578.
7. Кузнецов Б.Н., Кузнецова С.А., Тарабанько В.Е. Новые методы получения химических продуктов из биомассы деревьев сибирских пород // Российский химический журнал. 2004. Т. 48, № 3. С. 4–19.
8. Маркелов Д.А., Ницак О.В., Герашенко И.И. Сравнительное изучение адсорбционной активности медицинских сорбентов // Химико-фармацевтический журнал. 2008. Т. 42, № 7. С. 30–33.
9. Беляев Е.Ю. Получение и применение древесных активированных углей в экологических целях // Химия растительного сырья. 2000. № 2. С. 5–15.
10. Бакланова О.Н., Плаксин Г.В., Дроздов В.А. Микропористые углеродные сорбенты на основе растительного сырья // Российский химический журнал. 2004. Т. 48, № 3. С. 89–94.
11. Baklanova O.N., Plaksin G.V., Drozdov V.A., Duplyakin V.K., Chesnokov N.V., Kuznetsov B.N. Preparation of microporous sorbents from cedar nutshells and hydrolytic lignin // Carbon. 2003. Vol. 41. Pp. 1793–1796.
12. Клѣсов А.А. Древесно-полимерные композиты. СПб., 2010. 736 с.
13. Kim J.K., Pal K. Recent Advances in the Processing of Wood-Plastic Composites (Engineering Materials). New York: Springer-Verlag, 2010. 173 p.
14. Green Composites from Natural Resources / Editor Vijay Kumar Thakur. CRC Press. 2013. 419 p.
15. Флора Киргизской СССР: Определитель растений Киргизской ССР. Фрунзе: Илим. 1965. Т.11: Семейство Сложноцветные. 611 с.
16. Андреева И.И., Родман Л.С. Ботаника: 3-е изд., перераб. и доп. М. 2005. С. 399–528.

17. Азаров В.Л., Бузов А.В., Оболенская А.В. Химия древесины и синтетических полимеров. СПб. 2010. 624 с.
18. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1991. 320 с.
19. Василенко Ю.К. и др. Сорбционные свойства пектиновых препаратов // Химико-фармацевтический журнал. 1993. Т. 27. № 11. С. 44–46.
20. Пигулевская А.В., Раковский В.Е. Химический состав торфообразователей и влияние его на состав торфов // Труды Института торфа. Минск, 1957. Т. 6. С. 3–17.
21. Сарымсаков Ш., Байзакова Г.Л., Камбарова Г.Б. Шыралжын (*Artemisia Dracunculus* L. – полынь-эстрагон) – альтернативный источник органического и энергетического сырья // Известия КГТУ им. И. Раззакова. 2014. № 32. С. 239–243.
22. Кузнецов Б.Н. Актуальные направления химической переработки возобновляемой растительной биомассы // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. Т. 19, № 1. С. 77–85.
23. Морозов Е.Ф. Производство фурфурола: Вопросы катализа и новые виды катализаторов. М., 1988. 198 с.
24. Wozniak J.C., Dimmel D.R., Malcolm E.W. The generation of quinones from lignin and lignin-related compounds // Wood Chem. and Techn. 1989. Vol. 9, N 4. Pp. 491–511. DOI: 10.1080/02773818908050312.
25. Бабкин В.А., Леванова В.Р., Исаева Л.В. Медицинские препараты из отходов гидролизного производства // Химия в интересах устойчивого развития. 1994. Т. 2. № 2-3. С. 559–581.
26. Веприкова Е.В., Щипко М.А., Кузнецова С.А., Ковальчук Н.М., Кузнецов Б.Н. Сорбция органических веществ, моделирующих различные факторы интоксикации, энтеросорбентом из луба коры березы // Химия в интересах устойчивого развития. 2010. № 3. С. 239–247.
27. Бакланова О.Н., Плаксин Г.В., Дроздов В.А. Микропористые углеродные сорбенты на основе растительного сырья // Российский химический журнал. 2004. Т. 48. № 3. С. 89–94.
28. Bansal R.C., Donnet J.B., Stoeckli F. Active carbon. N.Y. 1988. 482 p.
29. Joan Rollog Hernandez, Sergio C. Capareda and Froilan L. Aquino. Activated Carbon Production from Pyrolysis and Steam Activation of Cotton Gin Trash // Beltwide Cotton Conferences. New Orleans. 2007. Pp. 1494–1499. DOI: 10.13031/2013.23322.
30. Mustafa Özdemir, Tamer Bolgaz, Cafer Saka, Ömer Şahin. Preparation and characterization of activated carbon from cotton stalks in a two-stage process // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 2011. N 92. Pp. 171–175. DOI: 10.1016/j.jaap.2011.05.010.
31. Сартова К.А., Камбарова Г.Б., Сарымсаков Ш., Боркоев Б.М., Салиева К.Т. Исследование отходов хлопчатника (*Gossypium*) с целью получения активных углей // Проблемы современной науки и образования. 2016. № 12 (54). DOI: 10.20861/2304-2338-2016-54.
32. Голубев В.Н., Шелухина Н.П. Пектин: химия, технология, применение. М., 1995. 388 с.
33. Донченко Л.В. Технология пектина и пектиновых продуктов. М., 2000. 255 с.
34. Кайшева Н.Ш. Анализ пектинов защитного действия // Журнал аналитической химии. 1994. Т. 49, № 11. С. 1158–1162.
35. Гапаров М. Г. Функциональные продукты питания // Пищевая промышленность. 2003. Вып. 3. С. 6–7.
36. Новосельская И.Л. Пектин. Тенденции научных и прикладных исследований // Химия природных соединений. 2000. № 1. С. 3–11.
37. Марков В.А. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля // Автомобильная промышленность. 2006. №2. С. 1–4.
38. Киреева Н.С. Рапсовое биотопливо // Вестник Ульяновской ГСХА. 2008. №1 (6). С. 56–57.
39. Korbitz W. Status and Development of Biodiesel Production and Projects in Europe. SAE Technical Paper 952768. 1995. DOI: 10.4271/952768.
40. George W. Huber, Sara Iborra and Avelino Corma. Synthesis of Transportation Fuels from Biomass: Chemistry, Catalysis, and Engineering // Chem. Rev. 2006. N 106 (9). Pp. 4044–4098. DOI: 10.1021/cr068360d

*Поступила в редакцию 23 октября 2017 г.*

*После переработки 27 апреля 2018 г.*

*Принята к публикации 7 мая 2018 г.*

**Для цитирования:** Сартова К.А., Камбарова Г.Б., Байзакова Г.Л., Сарымсаков Ш., Арапбаева Г.М. Исследование химико-технологических свойств отходов биомассы растительного сырья // Химия растительного сырья. 2018. №4. С. 163–171. DOI: 10.14258/jcprpm.2018043330.

Sartova K.A.<sup>1</sup>, Kambarova G.B.<sup>2\*</sup>, Baizakova G.L.<sup>2</sup>, Sarymsakov S.<sup>2</sup>, Arapbaeva G.M.<sup>3</sup> THE INVESTIGATION OF THE CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF BIOMASS WASTE FROM PLANT RAW MATERIALS

<sup>1</sup>Kirgizsko-Turkish University Manas, pr. Chyngyza Aytmatova, 56, 720044, Bishkek (Kyrgyzstan),

e-mail: k.sartova@mail.ru

<sup>2</sup>Institut chemistry and Phytotechnology of National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, pr. Chui, 265-a, Bishkek, 720071 (Kyrgyzstan), e-mail: gulnara\_kambarova@mail.ru

<sup>3</sup>Kirgizskaya gosudarstvennaya Medical Academy named. I. Akhunbaeva, ul. Akhunbaeva, 92, Bishkek, 720020 (Kyrgyzstan)

The aim of this work is to study the technical, chemical and group composition of biomass of the cotton crop (Cotziyym) and Shyralzhyn (*Artemisia Dracunculus*), to establish their suitability for obtaining chemical products. The results of the study established that the physical and chemical characteristics of Cotton crop and Shyralzhyn biomass is not inferior to oak wood and can be used for obtaining valuable chemical products and adsorbents. The study of the group composition of the analyzed plants showed that they can be used later on to produce cellulose, lignin and hemicellulose. The biomass of cotton crop and Shyralzhyn waste contains from 6.64 to 11% of pectin substances, which makes it possible to use as a sorbent against to ions of heavy metals and radionuclides. We isolated vegetable oil (fats) from the seed of tarragon polynyas – Shyralzhyn for the first time, the yield is 15.7%. The development of technology for the complex processing of waste from the cotton crop and Shyralzhyn (wormwood - tarragon) biomass are in prospective. Isolation of triglycerides (oils) from wormwood-tarragon kernels, by transesterification of esters, to produce methyl and ethyl esters of higher carboxylic acids, which can be used as additive to diesel fuels. Establish the main regularities of the recycling process. The extraction of extractive substances, such as tanning, natural dyes, lipids (waxes), antioxidants-polyphenols and pectins.

**Keywords:** physicochemical properties, renewable plant raw materials, additive, pectin, hemicellulose, lignin, adsorbents.

### References

1. *Wood and Agricultural Residues* / Ed. E. J. Soltes. Acad. Press. 1983. 632 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-654560-9.X5001-X>.
2. Klimov Ye.S., Kalyukova Ye.N., Buzayeva M.V. *Zhurnal prikladnoy khimii*. [Journal of Applied Chemistry]. 2010, vol. 83, issue 6, pp. 1026–1028. (in Russ.).
3. Shamuratov B.A., Mavlyanov S.M., Dalimov D.N., Allaniyazova M.K. *Khimiya prirodnykh soyedineniy*. [Chemistry of natural compounds]. 2003, vol. 39, no. 6, pp. 597–598. (in Russ.).
4. Genichiro Nonaka et al. *Chem. Pharm. Bull.*, 1981, no. 29(10), pp. 2862–2870.
5. Shaldayeva T.M. *Rastitel'nyy mir aziatskoy Rossii*. [Flora of Asian Russia]. 2009, no. 1 (3), pp. 105–110. (in Russ.).
6. Shumnyy V.K., Kolchanov N.A., Sakovich G.V. i dr. *Informatsionnyy vestnik VOGiS*. [Information bulletin VOGiS]. 2010, vol. 14, no. 3, pp. 569–578. (in Russ.).
7. Kuznetsov B.N., Kuznetsova S.A., Taraban'ko V.Ye. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal*. [Russian chemical journal]. 2004, vol. 48, no. 3, pp. 4–19. (in Russ.).
8. Markelov D.A., Nitsak O.V., Gerashchenko I.I. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*. [Chemical Pharmaceutical Journal]. 2008, vol. 42, no. 7, pp. 30–33. (in Russ.).
9. Belyayev Ye.Yu. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. [Chemistry of plant raw materials]. 2000, no. 2, pp. 5–15. (in Russ.).
10. Baklanova O.N., Plaksin G.V., Drozdov V.A. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal*. [Russian chemical journal]. 2004, vol. 48, no. 3, pp. 89–94. (in Russ.).
11. Baklanova O.N., Plaksin G.V., Drozdov V.A., Duplyakin V.K., Chesnokov N.V., Kuznetsov B.N. *Carbon*, 2003, vol. 41, pp. 1793–1796.
12. Klosov A.A. *Drevesno-polimernyye kompozity*. [Wood-polymer composites]. Sankt-Petersburg, 2010, 736 p. (in Russ.).
13. Kim J. K., Pal K. *Recent Advances in the Processing of Wood-Plastic Composites (Engineering Materials)*, New York: Springer-Verlag, 2010, 173 p.
14. *Green Composites from Natural Resources* / Editor Vijay Kumar Thakur, CRC Press, 2013, 419 p.
15. *Flora Kirgizskoy SSSR: Opredelitel' rasteniy Kirgizskoy SSR*. [Flora of the Kirghiz USSR: The determinant of plants of the Kirghiz SSR], Frunze, 1965, vol. 11. 611 p. (in Russ.).
16. Andreyeva I.I., Rodman L.S. *Botanika: 3-ye izd., pererab. i dop.* [Botanik: 3rd ed., Pererab. and add.], Moscow, 2005, pp. 399–528. (in Russ.).
17. Azarov V.L., Burov A.V., Obolenskaya A.V. *Khimiya drevesiny i sinteticheskikh polimerov*. [Chemistry of wood and synthetic polymers], Sankt-Petersburg, 2010, 624 p. (in Russ.).
18. Obolenskaya A.V., Yel'nitskaya Z.P., Leonovich A.A. *Laboratornyye raboty po khimii drevesiny i tsellyulozy*. [Laboratory work on the chemistry of wood and cellulose]. Moscow, 1991, 320 p. (in Russ.).
19. Vasilenko Yu.K. i dr. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*. [Chemical and pharmaceutical journal], 1993, vol. 27, no. 11, pp. 44–46. (in Russ.).
20. Pigulevskaya A.V., Rakovskiy V.Ye. *Trudy Instituta torfa*. [Proceedings of the Institute of Peat], Minsk, 1957, vol. 6, pp. 3–17. (in Russ.).
21. Sarymsakov SH., Bayzakova G.L., Kambarova G.B. *Izvestiya KGTU im. I. Razzakova*. [News KSTU. I. Razzakov.], 2014, no. 32, pp. 239–243. (in Russ.).
22. Kuznetsov B.N. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya*. [Chemistry for Sustainable Development], 2011, vol. 19, no. 1, pp. 77–85. (in Russ.).

23. Morozov Ye.F. *Proizvodstvo furfurola: Voprosy kataliza i novyye vidy katalizatorov*. [Production of furfural: Questions of catalysis and new types of catalysts], Moscow, 1988, 198 p. (in Russ.).
24. Wozniak J.C., Dimmel D.R., Malcolm E.W. *Wood Chem. and Techn.*, 1989, vol. 9, no. 4, pp. 491–511. DOI: 10.1080/02773818908050312.
25. Babkin V.A., Levanova V.R., Isayeva L.V. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya*. [Chemistry for Sustainable Development], 1994, vol. 2, no. 2–3, pp. 559–581. (in Russ.).
26. Veprikova Ye.V., Shchipko M.A., Kuznetsova S.A., Koval'chuk N.M., Kuznetsov B.N. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya*. [Chemistry for Sustainable Development], 2010, no. 3, pp. 239–247. (in Russ.).
27. Baklanova O.N., Plaksin G.V., Drozdov V.A. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal*. [Russian chemical journal], 2004, vol. 48, no. 3, pp. 89–94. (in Russ.).
28. Bansal R.C., Donnet J.B., Stoeckli F. *Active carbon*, N.Y., 1988, 482 p.
29. Joan Rollog Hernandez, Sergio C. Capareda and Froilan L. Aquino. *Beltwide Cotton Conferences*, New Orleans, 2007, pp. 1494–1499. DOI: 10.13031/2013.23322
30. Mustafa Özdemir, Tamer Bolgaz, Cafer Saka, Ömer Şahin. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2011, no. 92, pp. 171–175. DOI: 10.1016/j.jaap.2011.05.010.
31. Sartova K.A., Kambarova G.B., Sarymsakov SH., Borkoyev B.M., Saliyeva K.T. *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya*. [Problems of modern science and education], 2016, no. 12 (54). DOI: 10.20861/2304-2338-2016-54.
32. Golubev V.N., Shelukhina N.P. *Pektin: khimiya, tekhnologiya, primeneniye*. [Pectin: chemistry, technology, application], Moscow, 1995, 388 p. (in Russ.).
33. Donchenko L.V. *Tekhnologiya pektina i pektinovykh produktov*. [Technology of pectin and pectin products], Moscow, 2000, 255 p. (in Russ.).
34. Kaysheva N.SH. *Zhurnal analiticheskoy khimii*. [Journal of Analytical Chemistry], 1994, vol. 49, no. 11, pp. 1158–1162. (in Russ.).
35. Gaparov M.G. *Pishcheyaya promyshlennost'*. [Food industry], 2003, issue 3, pp. 6–7. (in Russ.).
36. Novosel'skaya I.L. *Khimiya prirodnikh soyedineniy*. [Chemistry of natural compounds], 2000, no. 1, pp. 3–11. (in Russ.).
37. Markov V.A. *Avtomobil'naya promyshlennost'*. [Automotive industry], 2006, no. 2, pp. 1–4. (in Russ.).
38. Kireyeva N.S. *Vestnik Ul'yanovskoy GSKHA*. [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2008, no. 1 (6), pp. 56–57. (in Russ.).
39. Korbitz W. Status and Development of Biodiesel Production and Projects in Europe. SAE Technical Paper 952768. 1995. DOI: <https://doi.org/10.4271/952768>.
40. George W. Huber, Sara Iborra and Avelino Corma. *Chem. Rev.*, 2006, 106 (9), pp. 4044–4098. DOI: 10.1021/cr068360d.

Received October 23, 2017

Revised April 27, 2018

Accepted May 7, 2018

**For citing:** Sartova K.A., Kambarova G.B., Baizakova G.L., Sarymsakov S., Arapbaeva G.M. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 4, pp. 263–271. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2018043330.

