

Зертханалық жағдайда коректік ортада тұқым өңдейтін препараттардың тиімділігін бағалау нәтижесі барлық сыналған препараттар: селест топ 312,5, к.с. (тиаметоксам, 262,5 г/л + дифеноконазол, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л), ламадор, к. с. (протиокконазол, 250 г/л + тебуконазол, 150 г/л) және олимп, к.с. (флутриафол, 75 г/л + тиабендазол, 50 г/л + имазалил, 15 г/л) *Fusarium spp.* және *Alternaria spp.* саңырауқұлақ туыстарына қатысты жоғары тиімділік көрсетті.

**Кілт сөздер:** фитозекспертиза, зығыр, жасымық, фунгицид, микроағзалар, аурулар, тұқымдар, изоляттар.

MPNТИ 34.35.51

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2023/16>

*Н.М. Орынбаев<sup>1\*</sup>, М.К. Алдабергенов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Казахский национальный исследовательский аграрный университет,  
Алматы, Республика Казахстан, [nmaratovich@mail.ru](mailto:nmaratovich@mail.ru)\**

<sup>2</sup>*Научно-производственный центр Агроинженерий, Алматы, Республика Казахстан,  
[mk.aldabergenov@mail.ru](mailto:mk.aldabergenov@mail.ru)*

## НОВЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ОТХОДОВ

### *Аннотация*

Приведены результаты анализа метода переработки органических отходов и производства новой продукции, а также качество входных и выходных продуктов.

Рассчитаны показатели процесса пиролиза отходов в зависимости от степени нагревания и температуры обработки биомассы.

Приведены результаты анализов проведенной для определения содержания влаги, количество летучих веществ в составе биоугля и для определения углерода в составе биоугля, для дальнейшего использования биоуголь в внесении в почву. Продукты для получения биоуголь были привезены с разных регионов Франции.

Условия проведения анализа соответствует с требованиями установленной к лабораторным исследованиям, при этом подобрана нижеследующие показатели вещества и процессов: масса образца  $\approx 30$  (мг); температура 900 (°C); скорость нагрева 10 (°C.мин<sup>-1</sup>); время пребывания 60 (мин); атмосфера N<sub>2</sub>/Air; скорость потока газа 100 (мл.мин<sup>-1</sup>)

Процесс пиролиза заключается в преобразовании органических веществ под действием нагрев в инертной атмосфере, исходя из чего установлено при температуре 350...400 °C, минимальная показатели нагревания 35...40 град °C/мин., и максимальная производительности биоугля, которая повышает насыпная плотность, агрегатная устойчивость, гидравлическая проводимость, способность удержание воды и питательных веществ, емкость катионного обмена почвы, рН почвы.

Приведены результаты добавления полученных биоугля в почву, вызывает изменения физических, химических и микробиологических свойств почвы и повышения пористость, насыпная плотность, агрегативная устойчивость, гидравлическая проводимость, способность удержания воды и питательных веществ, емкость катионного обмена почвы, рН почвы, состав и микробная активность в конечном результате приведет к повышению плодородья.

**Ключевые слова:** пиролиз, биоуголь, биомассы, вакуумная печь, нагревание биомассы, пористость, насыпная плотность питательных веществ, почва и экологические состояния, природная среда.

### **Введение**

Сельское хозяйство как способствует изменению климата, так и зависит от изменения климата. ЕС намерен сократить выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве и

адаптировать свою систему производства продуктов питания, чтобы справиться с изменением климата. Но изменение климата является лишь одним из многих факторов, оказывающих давление на сельское хозяйство. Столкнувшись с растущим глобальным спросом и конкуренцией за ресурсы, производство и потребление продуктов питания в ЕС необходимо рассматривать в более широком контексте, связывая сельское хозяйство, энергетику и продовольственную безопасность.

Еда — это основная потребность человека, а здоровое питание — ключевой компонент нашего здоровья и благополучия. Сложная и все более глобализированная система производства и доставки со временем развилась, чтобы удовлетворить наши потребности в продуктах питания и различных вкусах. В современном мире рыбу, выловленную в Атлантике, можно за несколько дней подать в пражском ресторане вместе с рисом, привезенным из Индии. Точно так же европейские продукты питания продаются и потребляются в остальном мире.

Прежде чем попасть на наши тарелки, наша пища производится, хранится, обрабатывается, упаковывается, транспортируется, готовится и подается. На каждом этапе производства продуктов питания в атмосферу выбрасываются парниковые газы. В частности, сельское хозяйство выделяет значительное количество метана и закиси азота, двух мощных парниковых газов. Метан вырабатывается домашним скотом во время пищеварения в результате кишечной ферментации и выделяется через отрыжку. Он также может выделяться из хранящегося навоза и органических отходов на свалках. Выбросы закиси азота являются косвенным продуктом органических и минеральных азотных удобрений.

Однако сельское хозяйство в остальном мире движется в противоположном направлении. В период с 2001 по 2020 год глобальные выбросы от растениеводства и животноводства выросли на 14% [2]. Увеличение произошло в основном в развивающихся странах из-за роста общего объема сельскохозяйственного производства. Это было вызвано увеличением глобального спроса на продовольствие и изменениями в структуре потребления продуктов питания в связи с ростом доходов в некоторых развивающихся странах.

#### ***Анализ литературных данных и постановка проблемы***

Пиролиз заключается в преобразовании органических веществ под действием нагрева в инертной атмосфере [1] в отсутствие кислорода при температурах обычно между 350 и 1000 °С. Это действие обычно приводит к производству трех различных фракций: неконденсируемая газообразная фракция, образующаяся в основном CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>; жидкая фракция (бионефть или смесь тяжелых углеводородов) и твердый остаток, который часто называют «уголь» или «биоуголь» [2]. Эти продукты пиролиза могут быть оценены через различные приложения. Таким образом, газообразная фракция может быть использована либо в таком состоянии, либо после очистки для производства тепла или электричества. В пиролизные масла могут использоваться в качестве топлива в котлах, дизельных двигателях и в качестве промежуточного продукта при производстве биотоплива. Биоуголь может использоваться в нескольких приложениях, таких как адсорбция загрязняющих веществ в водной и газовой фазах, катализ (получение биодизеля, снижение содержания смолы в биотопливе) и сельское хозяйство путем внесения поправок в почвы благодаря своей способности улавливать углерод и сохранять элементы питательные вещества для улучшения фертильности и стимулирования активности микробная активность почвы. Выход продукции каждой из этих фракций зависит от свойств используемой биомассы, но также в значительной степени от условий рабочие параметры, такие как скорость нагрева, конечная температура и время пребывания [3]. Таким образом, по скорости нагрева различают три вида пиролиза (табл. 1):

**Таблица 1** - Рабочие параметры различных типов пиролиза [4]

	Уровень температура (°C)	Скорость нагрева (°C.мин <sup>1</sup> )	Время пребывания твердый (с)
Медленный пиролиз	550-950	5-10	450-550
Быстрый пиролиз	850-1250	>10-200	0,5-10
Мгновенный пиролиз	1050-1300	>1000	<0,5

Так называемый медленный пиролиз, традиционно применяемый на протяжении тысячелетий для процесса производства древесного угля. В связи с длительным сроком пребывания относительно низкая температура (550-650°C) и использование широкого спектра размер зерна (5-50 мм) [5], происходит термическое разложение биомассы как правило, при очень низком тепловом потоке (<10 кВт м<sup>2</sup>), что создает время достаточно для протекания реакций реполимеризации и приводит к увеличению выхода продукции твердой фазы;

Быстрый или мгновенный пиролиз, происходящий при температуре от 850 и 1300°C. Общая реакция характеризуется тем, что она длится всего несколько секунды. Осуществляется в условиях внешних плотностей тепловых потоков интенсивная (> 10кВт м<sup>2</sup>). Это приводит к снижению производства биоугля и способствует производству большей части жидкой и газообразной фаз в различных пропорциях в зависимости от температуры и времени пребывания паров в реакторе из-за наличия вторичные реакции крекинга [6].

**Материалы и методы исследования**

В целом, термическое разложение биомассы лигноцеллюлозы во время операции пиролиза происходит в три отдельные фазы [7] (Рисунок 1):

- первичный процесс пиролиза: он включает в себя различные первичные реакции биомассой, подвергающейся воздействию заданной плотности внешнего теплового потока. Это другие составляющие претерпевают термохимические превращения в образце твердые, образуя различные виды (твердые, жидкие и/или газообразные);

- вторичная конверсия первичных паров (первичные смолы): соответствует стадия, на которой продукты первичного пиролиза также разлагаются под действием тепла с образованием газа и вторичных смол. Эти последние менее сложные углеродные продукты, образующиеся в результате разложения первичных паров слабокислородные ароматические соединения (фенол, крезолы и др.);

- третичная конверсия вторичных паров (вторичных смол): при этом стадии вторичные смолы также разлагаются и образуют газ и третичные смолы. Это молекулы с высоким содержанием углерода, обычно полициклические ароматические углеводороды.

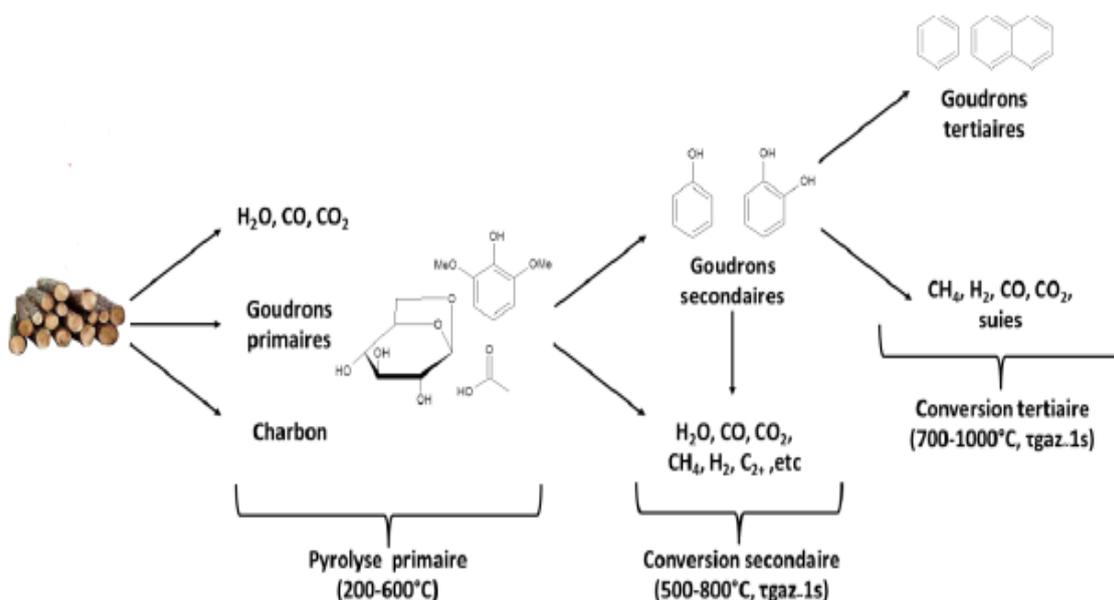


Рисунок 1. Различные этапы операции пиролиза [7]

Отметим, что на практике детальная характеристика и классификация по продукты стадии (первичной, вторичной и третичной) пиролиза довольно сложно быть проведены, потому что исследования показывают большую неоднородность на уровне рабочие условия и соответствующие химические механизмы все еще остаются плохо изучены [8].

Доля различных продуктов, образующихся в результате операции пиролиза установки биомассы (биогаз, бионефть и биоуголь), а также их состав зависят от часть условий эксплуатации (скорость нагрева, температура, тепловой поток), но также физико-химические свойства соответствующих биомасс (содержание целлюлозы, гемицеллюлоза, лигнин, экстрагируемые вещества, минералы и вода).

Газообразная фракция, полученная пиролизом, состоит из молекул низкой молярные массы, неконденсируемые при комнатной температуре. Независимо от типа преобразованная биомасса, газообразная фракция в основном состоит из монооксида углерода углерод (CO), двуокись углерода (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>) и диводород (H<sub>2</sub>). Другими идентифицированными молекулами являются этан (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), этилен (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) и пропан (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>). Средняя теплотворная способность пиролитических газов изменяется в зависимости от в зависимости от их состава от 10 до 20 МДж.Нм<sup>3</sup>. Основные продукты пиролиз биомассы: CO<sub>2</sub> и CO поступают в основном из распад карбонильных (C=O) и карбоксильных (COOH) групп. Формирование легкие углеводороды (в основном CH<sub>4</sub>) в основном относятся к разложение метокси (O-CH<sub>3</sub>) и метиленовой (CH<sub>2</sub>) групп. В образование диводорода в основном происходит в результате вторичного разложения и реформинг ароматических групп при высокой температуре [9].

Биомасла представляют собой псевдогомогенные жидкие дисперсии, характеризующиеся обычно темно-коричневой окраской и выделением едких паров, которые могут раздражают глаза после длительного воздействия. Эти пиролизные масла, имеющие pH от 2 до 3, получают конденсацией паров пиролиз после более или менее эффективного отделения углеродных частиц. В биомасла обычно содержат более ста химических соединений органические, с переменным содержанием в зависимости от типа биомассы лигноцеллюлозная кислота и условия работы пиролиза и конденсации [10].

Однако основные группы химических соединений, из которых состоят эти биомасла, являются: кислоты, сложные эфиры, спирты, кетоны, альдегиды, фенолы, сахара, сиринголы, гваяколи, фураны, алкены, ароматические соединения и другие соединения азотистые. После воды основным химическим соединением бионефти является гидроксиацетальдегид (около 10% по массе), затем уксусные кислоты и муравьиная с массовыми процентами порядка 5% и 2% соответственно. Олигомерные виды происходят в основном из лигнина, но также и из целлюлозу также можно найти в пиролитических маслах [11].

Остаточная твердая фракция пиролиза биомассы называется уголь или биоуголь. Эта фракция является сердцевиной моего стажировки в RITMO Agroenvironnement. Таким образом, его процент продукции, ее физико-химические характеристики, а также поля его стоимостная оценка будет подробно рассмотрена ниже.

Для данной биомассы объем производства газа, бионефти и обугливания существенно зависят от конечной температуры пиролиза и скорости обогреватель [12].

Несколько исследований были сосредоточены на определении влияния температуры на выход продуктов пиролиза из разных биомасс. Эти исследования показали, что выходы биоугля достигают значений максимум для температур между 400 и 550°C. При температуре выше 600°C выход биоугля снижается с температурой из-за вторичные реакции термического крекинга. Для температур выше 700°C, содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в биомасла увеличиваются за счет реакций декарбоксилирования и дегидратации.

В этом контексте Мурант, изучая влияние температуры на выход биоугля в результате быстрого пиролиза коры ствола, заметил, что максимальный выход достигается при 450°C (т.е. 43% массы сухой коры). Но в других местах повышение температуры пиролиза отрицательно влияет на эффективность производства танков. На самом деле повышение температуры на

пиролиз позволяет осуществлять термический крекинг тяжелых углеводородов, что приводит к снижению выхода их продукции [12].

Например, увеличение температура пиролиза от 400 до 700°C приводила к снижению выхода производство угля около 16% и 15% для рисовой соломы и древесины дуба соответственно [13].

Скорость нагрева, используемая при пиролизе, существенно влияет на природу вовлеченных первичных механизмов. Действительно, при нагревании частицы биомассы медленно в полимерах протекают реакции перегруппировки, которые приводит к высоким выходам биоугля. Наоборот, при скорости нагрева высокая, несколько типов химических связей разрываются в течение определенного промежутка времени очень короткий, что способствует высвобождению летучих материалов, перед реакциями перегруппировка не могла произойти. Это быстрое удаление летучих веществ способствует

Биоугли представляют собой пористые вещества, богатые углеродом. В условия образования аналогичны условиям производства древесного угля во время от лесного или полевого пожара [14] или при карбонизации в угольных ямах традиционный. Для того, чтобы отличить его от древесного угля, определение, принятое «Международная инициатива Биоуголь» указывает, что цель этого вещества его потенциал для будущего использования в качестве удобрения для сельскохозяйственных почв [15].

Хотя термин «биоуголь» — это современное понятие и его возвращение в землю представляется, без сомнения, новым и многообещающим направлением исследований, реальность такова, что на протяжении нескольких столетий биоуголь использовался для улучшения качества почвы. Действительно, в XIX веке черная амазонская почва, очень богатая углеродом, сосуществует с бедными осадочными сероземами, была обнаружена «Терра Прета». Эта иногда толстая почва (1 м) состоит из смеси классической почвы, мелкие частицы древесного угля, минеральной древесной золы и вещества гумифицированный органический.

Оценена урожайность сельскохозяйственных культур этих почв. примерно в 3–4 раза выше, чем в местных контрольных почвах. Эта фертильность была приписана наличие высокой доли углерода в этих почвах (более 9% углерода) по сравнению с контрольными почвами, где общее содержание органического вещества менее 2,5%. Почвы, подобные «Терра Прета», также были обнаружены в Северо-Западной Европе и в Новой Зеландии Сады Маори . Подробные исследования содержания и характеристик углерода в почве «Терра Прета», а также на свойства этих почв. выполнено. Эти исследования выявили следующие положительные эффекты биоуглей:

1. улучшение качества почвы и повышение урожайности,
2. секвестрация углерода и сокращение выбросов парниковых газов таких как CO<sub>2</sub> [13].

#### ***Обсуждение результатов исследования процесса пиролиза отходов***

Анализ процесса пиролиза отходов произведен во время стажировки в RITMO Agroenvironnement. 37, Херрлисхайм-68000 Кольмар-Франция. RITMO хорошо оснащен пилотными установками для исследований пиролиза, метанизации и компостирования и предлагает множество объектов, включающих теплицы и фитотронные камеры для оценки эффективности удобрений на биологической основе на растениях, а также различные лаборатории (микробиология, молекулярная биология, почвоведение...) для характеристики почвы <https://www.rittmo.com/fr/nos-laboratoires.html> .

Общий вид технологической установки установки приведена ниже (Рисунок 2). В общих чертах это работает следующим образом:



а)



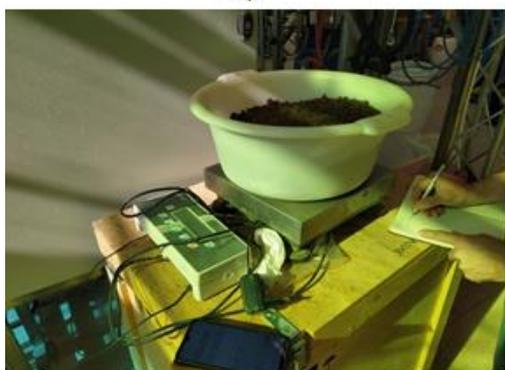
б)



в)



г)



д)

а) и б) вакуумный печь пролиза, в) вид на факел г) вид и объём продукции биоуголь, д) вид и объём продукта для пиролиза

Рисунок 2. Общий вид технологической установки.

Помет вручную вводится в резервуар для хранения, который затем герметично закрывается для предотвращения последующего подъема пиролизных газов во время работы.

Вводятся в эксплуатацию нагревательные элементы: отопление печи, поддержание температуры коробки выключения, поддержание температуры на линии транспортировки топливного газа к факелу, горелка факельной опоры включена.

После достижения заданной температуры печи можно начинать подачу помета. Помет извлекается самотеком из-под резервуара для хранения и затем подается в печь с помощью дозирующего шнека, где она подвергается пиролизу при температуре, как правило, от 300 до 600°C. Шнек в печи подает пиролизуемый материал в отсекающую камеру, которая отделяет полученный биоуголь от образующихся газов.

Биоуголь охлаждается до температуры ниже 60°C, проходя через шнек с водяной рубашкой (примечание: сам шнек охлаждается за счет циркуляции воды внутри ядро). После охлаждения резервуар хранится в герметично закрытом барабане и первоначально промывается инертным азотом.

Газы транспортируются по изолированным трубопроводам и поддерживаются при температуре до факела для уничтожения путем сжигания.

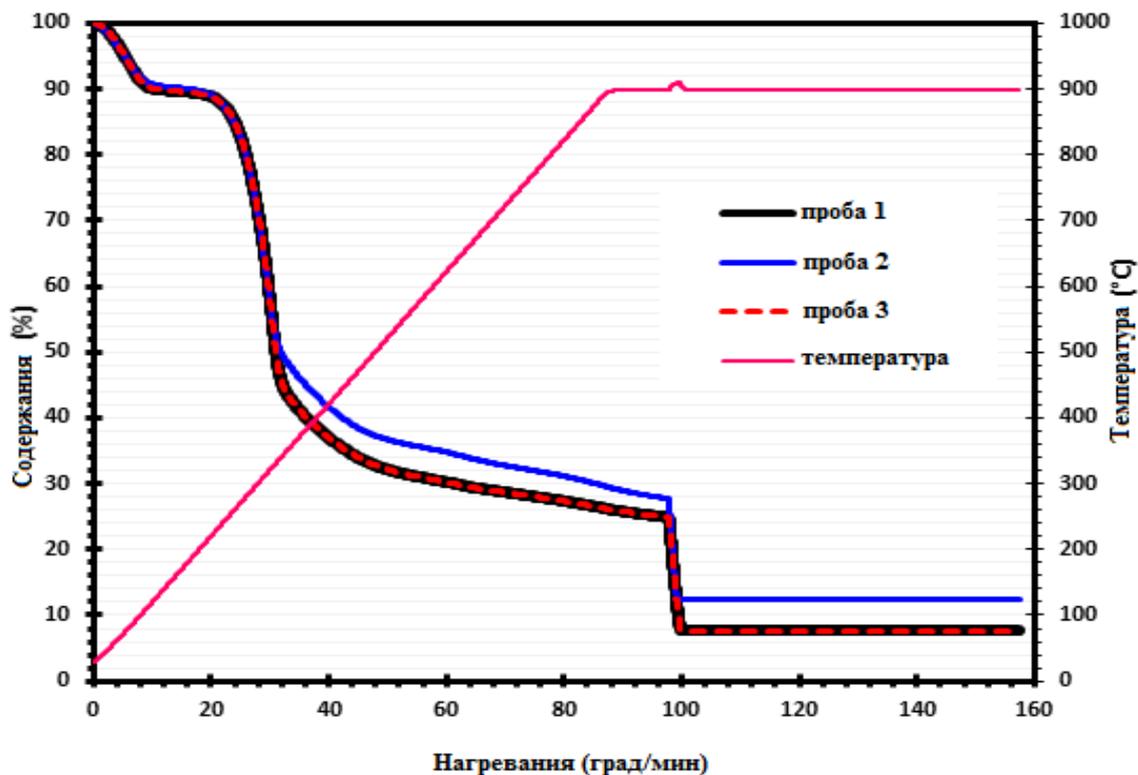


Рисунок 3. Изменение показателя процесса пиролиза при производстве биоугля из отходов животноводческого комплекса

Вся установка управляется программируемым логическим контроллером, который управляет различными секциями.

Основные контуры управления, следующие:

- управление электрическим нагревом печи, окружающей реактор пиролиза, при заданной температуре.
- контроль электрических трасс коробки отключения и линии передачи газа на факел, до заданных значений температуры.
- управление воздухоподувкой в соответствии с содержанием кислорода, измеренным в дымовом газе на выходе из факела.

Анализы проводились для определения содержания влаги, количество летучих веществ в составе биоугля и для определения углерода в составе биоугля, для дальнейшего использования биоуголь в внесении в почву. Продукты для получения биоуголь были привезены с разных регионов Франции.

Условия анализа : Масса образца ≈ 30 (мг); Температура 900 (°C); скорость нагрева 10 (°C.мин<sup>1</sup>); время пребывания 60 (мин); атмосфера N<sub>2</sub>/Air; скорость потока газа 100 (мл.мин<sup>1</sup>).

Как видно из рисунка 3 увеличением процесса нагревания стабилизируются процентное содержания элементов и температуры обработки биомассы при этом установлено при температуре 350...400 °C минимальная температура и максимальная производительности биоугля.

### **Выводы**

Физико-химические свойства биоуглей зависят от вида биомассы, используемые (характер и состояние (сырые или хорошо обработанные)), а также условия эксплуатации процесса пиролиза, включая конечную температуру, время пребывания и скорость нагрева. Точная оценка физико-химических характеристик биоуглей имеет первостепенное значение для лучшего понимания их взаимодействия с окружающей средой в целом и сельскохозяйственными почвами в частности.

Добавление биоуглей в сельскохозяйственные почвы в качестве поправок может вызвать возможные изменения физических, химических и микробиологических свойств почвы. Непосредственно затронутые параметры в основном пористость, насыпная плотность, агрегативная устойчивость, гидравлическая проводимость, способность удерживать воду и питательных веществ, емкость катионного обмена почвы, pH почвы, состав и микробная активность.

### **Список литературы**

1. K. Weber et P. Quicker, « Properties of biochar », *Fuel*, vol. 217, p. 240-261, avr. 2018.
2. M. Verma, S. Godbout, S. K. Brar, O. Solomatnikova, S. P. Lemay, et J. P. Larouche, « Biofuels Production from Biomass by Thermochemical Conversion Technologies », *International Journal of Chemical Engineering*, 2012. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/ijce/2012/542426/>. [Consulté le: 27-févr-2018].
3. P. Roy et G. Dias, «Prospects for pyrolysis technologies in the bioenergy sector: A review », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 77, p. 59-69, sept. 2017.
4. « International Biochar Initiative | International Biochar Initiative ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.biochar-international.org/>. [Consulté le: 31-oct-2017].
5. H. Jouhara, et al., Pyrolysis of domestic based feedstock at temperatures up to 300 C, *Thermal Science and Engineering Progress* 5 (2018) 117–143
6. Cai, Y., Zhu, M., Meng, X., Zhou, J.L., Zhang, H., Shen, X. The role of biochar on alleviating ammonia toxicity in anaerobic digestion of nitrogen-rich wastes: A review (2022) *Bioresource Technology*, 351, art. no. 126924. [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech) doi: [10.1016/j.biortech.2022.126924](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126924)
7. Keskin, T., Arslan, K., Karaalp, D., Azbar, N. The Determination of the Trace Element Effects on Basal Medium by Using the Statistical Optimization Approach for Biogas Production from Chicken Manure (2019) *Waste and Biomass Valorization*, 10 (9), pp. 2497-2506. <http://www.springer.com/engineering/journal/12649>, doi: [10.1007/s12649-018-0273-2](https://doi.org/10.1007/s12649-018-0273-2)
8. Li, X., Chen, S., Dong, B., Dai, X. New insight into the effect of thermal hydrolysis on high solid sludge anaerobic digestion: Conversion pathway of volatile sulphur compounds (2020) *Chemosphere*, 244, art. no. 125466. <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>, doi: [10.1016/j.chemosphere.2019.125466](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125466)
9. Liang, J., Zhang, S., Huang, J., Ye, M., Yang, X., Huang, S., Sun, S. Mechanism of zero valent iron and anaerobic mesophilic digestion combined with hydrogen peroxide pretreatment to enhance sludge dewaterability: Relationship between soluble EPS and rheological behavior (2020) *Chemosphere*, 247, art. no. 125859 <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>, doi: [10.1016/j.chemosphere.2020.125859](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125859)
10. Exhausted Grape Marc Derived Biochars: Effect of Pyrolysis Temperature on the Yield and Quality of Biochar for Soil Amendment See Article in *Sustainability* October 2021, <https://www.researchgate.net/publication/355284090> DOI: 10.3390/su132011187
11. Abdul Rehman, Shahid Nawaz, Huda Ahmed Alghamdi, Sulaiman Alrumman, Wei Yan, Muhammad Zohaib Nawaz Effects of manure-based biochar on uptake of nutrients and water holding capacity of different types of soils. *Chemical and Environmental Engineering* 2 (2020), <https://www.editorialmanager.com/cscee/default.aspx> <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100036>
12. Muhammad Zohaib Nawaz Effects of manure-based biochar on uptake of nutrients and water holding capacity of different types of soils. *Chemical and Environmental Engineering* 2 (2020) [www.editorialmanager.com/cscee/default.aspx](http://www.editorialmanager.com/cscee/default.aspx) <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100036>

13. Atienza-Martínez M, A' brego J, Gea G, Mar'ias F, Pyrolysis of dairy cattle manure: evolution of char characteristics, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2019.104724>

14. Meng, S.J. Liang, M.M. Tao, X.M. Liu, P.C. Brookes and J.M. Xu, Chemical speciation and risk assessment of Cu and Zn in biochars derived from co-pyrolysis of pig manure with rice straw, *Chemosphere*. 200 (2018) 344. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.02.138>

15. Munasinghe-Arachchige, S., Nirmalakhandan, N., 2020. Nitrogen-Fertilizer Recovery from the Centrate of Anaerobically Digested Sludge. *Environ. Sci. Technol. Lett.* 7 (7), 450–459. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00355>

### References

1. K. Weber et P. Quicker, « Properties of biochar », *Fuel*, vol. 217, p. 240-261, avr. 2018.
2. M. Verma, S. Godbout, S. K. Brar, O. Solomatnikova, S. P. Lemay, et J. P. Larouche, « Biofuels Production from Biomass by Thermochemical Conversion Technologies », *International Journal of Chemical Engineering*, 2012. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/ijce/2012/542426/>. [Consulté le: 27-févr-2018].
3. P. Roy et G. Dias, « Prospects for pyrolysis technologies in the bioenergy sector: A review », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 77, p. 59-69, sept. 2017.
4. « International Biochar Initiative | International Biochar Initiative ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.biochar-international.org/>. [Consulté le: 31-oct-2017].
5. H. Jouhara, et al., Pyrolysis of domestic based feedstock at temperatures up to 300 C, *Thermal Science and Engineering Progress* 5 (2018) 117–143
6. Cai, Y., Zhu, M., Meng, X., Zhou, J.L., Zhang, H., Shen, X. The role of biochar on alleviating ammonia toxicity in anaerobic digestion of nitrogen-rich wastes: A review (2022) *Bioresource Technology*, 351, art. no. 126924. [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech) doi: [10.1016/j.biortech.2022.126924](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126924)
7. Keskin, T., Arslan, K., Karaalp, D., Azbar, N. The Determination of the Trace Element Effects on Basal Medium by Using the Statistical Optimization Approach for Biogas Production from Chicken Manure (2019) *Waste and Biomass Valorization*, 10 (9), pp. 2497-2506. <http://www.springer.com/engineering/journal/12649>, doi: [10.1007/s12649-018-0273-2](https://doi.org/10.1007/s12649-018-0273-2)
8. Li, X., Chen, S., Dong, B., Dai, X. New insight into the effect of thermal hydrolysis on high solid sludge anaerobic digestion: Conversion pathway of volatile sulphur compounds (2020) *Chemosphere*, 244, art. no. 125466. <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>, doi: [10.1016/j.chemosphere.2019.125466](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125466)
9. Liang, J., Zhang, S., Huang, J., Ye, M., Yang, X., Huang, S., Sun, S. Mechanism of zero valent iron and anaerobic mesophilic digestion combined with hydrogen peroxide pretreatment to enhance sludge dewaterability: Relationship between soluble EPS and rheological behavior (2020) *Chemosphere*, 247, art. no. 125859 <http://www.elsevier.com/locate/chemosphere>, doi: [10.1016/j.chemosphere.2020.125859](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125859)
10. Exhausted Grape Marc Derived Biochars: Effect of Pyrolysis Temperature on the Yield and Quality of Biochar for Soil Amendment See Article in *Sustainability* October 2021, <https://www.researchgate.net/publication/355284090> DOI: 10.3390/su132011187
11. Abdul Rehman, Shahid Nawaz, Huda Ahmed Alghamdi, Sulaiman Alrumman, Wei Yan, Muhammad Zohaib Nawaz Effects of manure-based biochar on uptake of nutrients and water holding capacity of different types of soils. *Chemical and Environmental Engineering* 2 (2020), <https://www.editorialmanager.com/cscee/default.aspx> <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100036>
12. Muhammad Zohaib Nawaz Effects of manure-based biochar on uptake of nutrients and water holding capacity of different types of soils. *Chemical and Environmental Engineering* 2 (2020) [www.editorialmanager.com/cscee/default.aspx](http://www.editorialmanager.com/cscee/default.aspx) <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100036>
13. Atienza-Martínez M, A' brego J, Gea G, Mar'ias F, Pyrolysis of dairy cattle manure: evolution of char characteristics, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2019.104724>

14. Meng, S.J. Liang, M.M. Tao, X.M. Liu, P.C. Brookes and J.M. Xu, Chemical speciation and risk assessment of Cu and Zn in biochars derived from co-pyrolysis of pig manure with rice straw, Chemosphere. 200 (2018) 344. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.02.138>

15. Munasinghe-Arachchige, S., Nirmalakhandan, N., 2020. Nitrogen-Fertilizer Recovery from the Centrate of Anaerobically Digested Sludge. Environ. Sci. Technol. Lett. 7 (7), 450–459. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00355>

**Н.М. Орынбаев<sup>1\*</sup>, М.К.Алдаберген<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, [nmaratovich@mail.ru](mailto:nmaratovich@mail.ru)\*

<sup>2</sup> Агроинженерия ғылыми өндірістік орталығы, Алматы, Қазақстан Республикасы, [mk.aldabergenov@mail.ru](mailto:mk.aldabergenov@mail.ru)

## **ҚАЛДЫҚТАН ЖАҢА ӨНІМДЕР ӨНДІРУ ҮШІН ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫ ӨНДЕУДІҢ ЖАҢА ӘДІСТЕРІ**

### **Аңдатпа**

Органикалық қалдықтарды қайта өңдеу және жаңа өнім өндіру әдісін, сондай-ақ енгізілген және шығарылатын өнімдердің сапасын талдау нәтижелері берілген.

Қалдықтардың пиролиз процесінің көрсеткіштері биомассаны өңдеудің қыздыру дәрежесіне және температурасына байланысты есептеледі.

Биокөмірдің құрамындағы ылғалдылықты, ұшқыш заттардың мөлшерін анықтау және биокөмірдің құрамындағы көміртекті анықтау, биокөмірді одан әрі топырақ қолдануда пайдалану үшін жүргізілген талдау нәтижелері келтірілген. Биокөмір өнімдері Францияның әртүрлі аймақтарынан әкелінді.

Талдау шарттары зертханалық зерттеулер үшін белгіленген талаптарға сәйкес келеді, бұл ретте зат пен процестердің келесі көрсеткіштері таңдалды: үлгі салмағы  $\approx 30$  (мг); температура 900 (°C); қыздыру жылдамдығы 10 (°C.мин-1); тұру уақыты 60 (мин); атмосфера N<sub>2</sub>/Ауа; газ шығыны 100 (мл.мин-1)

Пиролиз процесі инертті атмосферада қыздыру әсерінен органикалық заттардың өзгеруінен тұрады, оның негізінде ол 350 ... 400 0C температурада орнатылады. ең аз қыздыру жылдамдығы 35...40 град 0C/мин., ал биокөмірдің максималды өнімділігі сусымалы тығыздығын, агрегат тұрақтылығын, гидравликалық өткізгіштігін, суды және қоректік заттарды ұстау қабілетін, топырақтың катион алмасу қабілетін, топырақ рН-ын арттырады.

Алынған биокөмірді топыраққа қосу нәтижелері топырақтың физикалық, химиялық және микробиологиялық қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі және кеуектілігін, көлемдік тығыздығын, агрегаттық тұрақтылығын, гидравликалық өткізгіштігін, су мен қоректік заттарды ұстау қабілетін, топырақтың катион алмасу қабілетін, топырақ рН, құрамы мен микробтық белсенділігі түпкілікті нәтижеде құнарлылықтың жоғарылауына әкеледі.

**Кілт сөздер:** пиролиз, биокөмір, биомасса, вакуумдық пеш, биомассаны қыздыру, кеуектілік, қоректік заттардың массалық тығыздығы, топырақ және экологиялық жағдайлар, табиғи орта.

**N.M. Orynbaev<sup>1\*</sup>, M.K. Aldabergenov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kazakh national agrarian research university, Almaty, Republic of Kazakhstan, [nmaratovich@mail.ru](mailto:nmaratovich@mail.ru)\*

<sup>2</sup> Scientific Production Center of Agricultural Engineering, Almaty, Republic of Kazakhstan, [mk.aldabergenov@mail.ru](mailto:mk.aldabergenov@mail.ru)

## **NEW METHODS FOR PROCESSING ORGANIC SUBSTANCES FOR THE PRODUCTION OF NEW PRODUCTS FROM WASTE**

### **Abstrac**

The results of the analysis of the method of processing organic waste and the production of new products, as well as the quality of input and output products are presented.

The indicators of the waste pyrolysis process are calculated depending on the degree of heating and temperature of biomass processing.

The results of analyzes carried out to determine the moisture content, the amount of volatile substances in the composition of biochar and to determine the carbon in the composition of biochar, for further use of biochar in soil application are given. Biochar products were brought from different regions of France.

The conditions for the analysis correspond to the requirements established for laboratory research, while the following indicators of the substance and processes were selected: sample weight  $\approx 30$  (mg); temperature 900 ( $^{\circ}\text{C}$ ); heating rate 10 ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ ); residence time 60 (min); atmosphere  $\text{N}_2/\text{Air}$ ; gas flow rate 100 ( $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$ )

The process of pyrolysis consists in the transformation of organic substances under the action of heating in an inert atmosphere, on the basis of which it is established at a temperature of 350 ... 400  $^{\circ}\text{C}$ . the minimum heating rate is 35...40 deg  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ., and the maximum productivity of biochar, which increases bulk density, aggregate stability, hydraulic conductivity, water and nutrient retention capacity, soil cation exchange capacity, soil pH.

The results of adding the obtained biochar to the soil cause changes in the physical, chemical and microbiological properties of the soil and increase porosity, bulk density, aggregative stability, hydraulic conductivity, water and nutrient retention capacity, soil cation exchange capacity, soil pH, composition and microbial activity in the end result will lead to increased fertility.

**Key words:** pyrolysis, biochar, biomass, vacuum furnace, biomass heating, porosity, bulk density of nutrients, soil and ecological conditions, natural environmen

МРНТИ 68.35.31:68.33.29

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2023/17>

*А.А. Кашкаров\*, А. Касипхан, Р.Ш. Кузданова, Ж.С. Алманова, Г.Р. Кекілбаева*

*НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан, [kashkarov.70@mail.ru](mailto:kashkarov.70@mail.ru)\*, [a.kasipkhan@kazatu.edu.kz](mailto:a.kasipkhan@kazatu.edu.kz), [roza\\_kuzdanova@mail.ru](mailto:roza_kuzdanova@mail.ru), [almanova44@mail.ru](mailto:almanova44@mail.ru), [kekilbaeva@mail.ru](mailto:kekilbaeva@mail.ru)*

## **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА СОРТА АКСАЙСКИЙ УСАТЫЙ 55**

### *Аннотация*

В статье представлены результаты исследований 2021-2022 гг., проведенных на темно-каштановых почвах Центрального Казахстана, по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность гороха сорта Аксайский усатый 55 и динамику основных питательных элементов почвы, таких как нитратный азот, подвижный фосфор, обменный калий в течение вегетации гороха по фазам: всходы; бутонизация и цветение. Посевы вышеуказанной культуры проводились тремя разными нормами высева семян (0,8; 1,0; 1,2 млн.шт. семян на 1 га), в три разных срока посева (11; 15; 20 мая) и по трем фонам: контроль (без удобрений); Р 82 кг/га д.в.; Р 82 кг/га д.в.+ N 17 кг/га д.в. Содержание нитратного азота в почве перед посевом гороха по всем нормам высева было от очень низкого до повышенного, в зависимости от срока посева и климатических условий. Внесение аммофоса повышало содержание нитратного азота в почве по всем срокам и нормам высева гороха: до 16,6-17,5 мг/кг на вариантах со сроком посева 11 мая и до 28,1-37,5 мг/кг почвы на вариантах с более поздним сроком посева. Дополнительное внесение сульфата аммония соответственно еще больше увеличивало содержание нитратного азота в почве - до 40,5 мг/кг почвы. Содержание подвижного фосфора в почве перед посевом гороха на контрольных вариантах (без удобрений) было очень низким и низким на уровне 8,8-23,5 мг/кг. Внесение аммофоса как фосфорсодержащего удобрения