



УДК 544.7

DOI: 10.31643/2021/6445.09



МРПТИ 31.15.37

Current state of the problem of soil protection and prospect of using humic acids

Bekturganova N. Ye.

International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan

Corresponding author email: bektur_n@mail.ru

Received: 12 February 2021
Peer reviewed: 16 February 2021
Accepted: 05 March 2021

ABSTRACT

The article reviews the literature on the state of the problem of protecting the soil cover of the earth. Today, during the period of strong pollution of the lithosphere by technogenic wastes of various nature, leading to soil degradation and erosion, in measures to improve the physical, chemical, hydrological, agronomic and other properties of soils, preference should be given to the least harmless natural raw materials. These include humic acids (HA) and their derivatives, which are good adsorbents, stabilizers and fixers of dispersed systems. The study of the composition of humic acids with various water-soluble polymers and surfactants is another not fully understood area of interdisciplinary nature. Literary search for the works of Kazakh scientists shows the underdevelopment of both the extraction of humic acids and the formation of HA interpolymer complexes (IPC) with polymers and surfactants, as well as their use as fixers, structure formers of soils subject to wind and water erosion. Having large reserves of coal in the republic, a source of humic acids, it is not forgivable not to develop an integrated approach to research on the extraction of HAs, the formation of IPC on their basis and the use of new structure-forming agents to improve the degraded soils of the republic's structures.

Keywords: soil, structure formation, dispersed system, soil erosion, humic acid, interpolymer complex.

**Bekturganova Neila
Yessenkeldieвна**

Information about author:

Candidate of chemical science, associate professor, Director of the Center of science and undergraduate education, IEC, Almaty, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0003-3062-3340>, Email: bektur_n@mail.ru

Современное состояние проблемы охраны почвы и перспектива применения гуминовых кислот

Бектурганова Н. Е.

Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

Электронная почта автора: bektur_n@mail.ru

Статья поступила: 12 февраля 2021
Рецензирование: 16 февраля 2021
Принята в печать: 05 марта 2021

АННОТАЦИЯ

В статье проведен обзор литературы по состоянию проблемы охраны почвенного покрова земли. На сегодняшний день, в период сильного загрязнения литосферы техногенными отходами различной природы, приводящие к деградации и эрозии почв, в мероприятиях по улучшению физических, химических, гидрологических, агрономических и др. свойств почв предпочтение необходимо отдавать наименее безвредному природному сырью. К таковым можно отнести гуминовые кислоты (ГК) и их производные, являющиеся хорошими адсорбентами, стабилизаторами и закрепителями дисперсных систем. Изучение композиции гуминовых кислот с различными водорастворимыми полимерами и поверхностно-активными веществами – это еще одна не до конца изученная область междисциплинарного характера. Литературный поиск трудов казахстанских ученых показывает о неразвитости направлений как извлечения гуминовых кислот, так и формирования ГК интерполимерных комплексов (ИПК) с полимерами и ПАВ, а также применения их в качестве закрепителей, структурообразователей почв, подверженных ветровой и водной эрозии. Имея большие запасы угля в республике, источника гуминовых кислот, не простительно не развивать комплексный подход к исследованиям по извлечению ГК, формирования ИПК на их основе и применения новых структурообразователей для улучшения деградированных почв структур республики.

Ключевые слова: почва, структурообразование, дисперсная система, эрозия почв, гуминовая кислота, интерполимерный комплекс.

**Бектурганова Нэйла
Есенкельдиевна**

Информация об авторе:

кандидат химических наук, ассоциированный профессор, директор Центра науки и послевузовского образования Международной образовательной корпорации. г Алматы, Казахстан. <https://orcid.org/0000-0003-3062-3340>. Email: bektur_n@mail.ru

На сегодняшний день проблема охраны окружающей среды, в частности, защита почвенного покрова Земли, остается все еще актуальной. В этом отношении эрозия почв является наиболее серьезным предвестником деградации почв, которая имеет глобальные последствия. К числу особо опасных последствий можно отнести снижение продуктивности почвы, опустынивание земель, загрязнение водоемов и их заиление, затопление, загрязнение воздуха пылью, а также колоссальный ущерб инфраструктуре [1-7]. Известно также, что ежегодно миллионы гектаров пахотных земель теряются вследствие деградации почв.

Инициатором эрозии почв, помимо климатических явлений и особенностей расположения территорий, зачастую являются низкая культура земледелия и слабые сельскохозяйственные знания товаропроизводителей. Тяжелая сельскохозяйственная техника также может "уплотнять" почву, что заставляет воду стекать прямо с поверхности после дождя, забирая с собой ценные частицы почвы, вместо того чтобы проникать в почву.

К тому же быстрый рост населения земного шара приводит к увеличению масштабов обработки земли. Это оказывает большее давление на землю и приводит к потере структурированности почвы, снижает сцепление ее частиц, способствуя легкому разрушению. Верхний слой почвы, который богат органическим веществом, высоким плодородием, перемещается в другое место, где он накапливается с течением времени, или переносится "за пределы участка", заполняя дренажные каналы. Только в США общая площадь земель, подвергшихся антропогенной деградации почв, оценивается примерно в 2 миллиарда гектаров [8]. Не лучше обстоит дело и у нас, в Казахстане. Согласно [9] проблема деградации почвы приняла критические масштабы после развала СССР и ликвидации колхозов. Дробление их на мелкие частные хозяйства привело к тому, что село оказалось без создававшейся десятилетиями инфраструктуры, квалифицированных кадров, средств на развитие. За годы независимости посевные площади, занятые под сельскохозяйственные культуры и в 1990 году составлявшие 35,2 млн га, сократились почти на 40% (особенно – более чем на 70% – пострадали площади под кормовыми культурами). Потеряла плодородие десятая часть поливных земель страны, почти 18 млн га пашни

подвергаются ветровой и водной эрозии, деградировало до 60% пастбищ. Только от разработки недр пострадало 181,3 тыс. гектаров. По данным доклада Программы развития ООН «Стратегические меры по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан до 2025 года», общие ежегодные экономические потери из-за деградации земель в стране оцениваются в 93 млрд тенге.

Процессы эрозии почв во многих районах Казахстана причиняют существенный ущерб народному хозяйству и экологии в целом. На сегодняшний день, около 75 % территории страны подвержены повышенному риску экологической дестабилизации, из них 1/3 приходится на Алматинскую область. Наряду с нерациональным использованием земельных ресурсов проблему усугубляет внутриконтинентальное положение страны, создавая сухой климат, скудность и неравномерность распределения водных ресурсов, широкое распространение песков, солонцеватых и засоленных земель.

В поисках решения проблемы предпринимаются различные мероприятия республиканского, регионального и международного масштабов. К примеру, Правительственная программа по борьбе с опустыниванием в РК на 2005-2015 годы, программа «Жасыл даму» на 2010-2014 годы; проводятся различные форумы, конференции, посвященные вопросам сохранения биоразнообразия, деградации земель и изменения климата; привлекаются донорские финансовые средства международных организации (из выступления вице министра экологии, геологии и природных ресурсов РК Е.Нысанбаева: за 15 лет реализованы более 30 проектов на сумму 52 млн. долларов). Но, несмотря на это, с каждым годом площадь деградированных земель растет, надолго выходя из хозяйственного оборота. На этом фоне имеющиеся положительные результаты – просто капля в море, поскольку возвращение земель в прежнее состояние требует совсем иных расходов и комплексного решения существующих уже десятилетиями проблем. О переломе в борьбе с процессом деградации земель ни на национальном, ни на региональном уровнях говорить пока не приходится [9].

Из вышесказанного следует, что эрозия почв является важной социально –экономической

проблемой и существенным фактором оценки состояния и функционирования экосистем.

Необходимость охраны почвы вызвано тем, что почва является самым фундаментальным и основным природным ресурсом для выживания всего живого. Водная и ветровая эрозия - это два основных фактора деградации почв. Сток смывает частицы почвы с наклонных и голых земель, в то время как ветер сдувает рыхлые и оторванные частицы почвы с плоских и незащищенных земель. Да, почва является самовосстанавливающейся системой, однако, для восстановления поврежденного слоя толщиной 2,5см потребуется более 300 лет [10-11].

Хорошо известно, что основными способами предупреждения и предотвращения эрозии почв являются севообороты и кормовые культуры [12-15].

Во многих технологиях защитного земледелия важную роль играют кормовые культуры. Тем более, что они могут быть оптимальным вариантом для бедных почв или крутых склонов, непригодных для других культур. Кормовые культуры включают в севооборот с целью повышения содержания органического вещества в почве и противодействия распространению болезней. Кормовые культуры защищают почву от эрозии: волокнистые корни сдерживают ее. Как многолетние кормовые культуры, так и кормовые культуры в качестве сидератов обогащают почву органическим веществом и улучшают качество и структуру почвы. В странах СНГ зачастую в противоэрозионный севооборот включают кормовые, зерновые, масличные и бобовые. Например, многолетние травы или люцерна чередуются с пропашными культурами. В Канаде в стерню кормовых сеют ячмень, овес и горох после десикации кормовых, обычно – глифосатом. В США практикуют полосное чередование посевов поперек склона [12]. Но такие меры применимы на определенных участках и типах почв. Для борьбы с эрозией почв необходим комплекс мер: землеустроительных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических. Но, нужно сказать, что гидротехнические мероприятия останавливают развитие эрозии на определенном участке сразу же после их устройства, агротехнические — через несколько лет, а лесомелиоративные — через 10—20 лет после их внедрения [13]. Поэтому для решения этой задачи наряду с усилением мелиоративных работ, необходимо расширение

мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией почвы, включая использование химических реагентов.

Стоит отметить, что химические методы борьбы с эрозией являются как класс нетрадиционных мер по охране почв. История показывает, что применение синтетических полимеров в мелиорации почв начали применять с середины XX столетия. Изначально водорастворимые высокомолекулярные соединения применяли в качестве флокулянтов для осаждения и фильтрации шлама фосфоритов в технологии обработки урановых руд и прочностных добавок для бумаги, а в дальнейшем стали широко использовать в сельском хозяйстве и медицине в качестве флокулянтов, загустителей, в строительной индустрии в качестве адгезивов, смазок, структурообразователей и в других отраслях промышленности [16-18]. Исследования показывают, что наибольшее распространение в качестве структурообразователя почв нашел полиакриламид, являющийся перспективной добавкой для сохранения почвенной структуры [19-23]. Полиакриламид все еще остается привлекательным для борьбы с эрозией [24]. Его можно использовать при орошении по бороздам, результат - снижение эрозии и сток с одновременным улучшением качества почвы и воды. В неорошаемом земледелии и дождевании полиакриламид используется для уменьшения поверхностного уплотнения и образования корки. Зачастую его используют для стабилизации крутых склонов при строительстве, выемках на автомагистралях и других нарушенных почвах.

Полиакриламид очень рентабелен в системах орошения по бороздам, где его можно вносить с небольшими расходами с поливной водой. Как кондиционер почвы ПА - еще один инструмент, который можно использовать для управления почвенными ресурсами. К примеру, в Каракалпакистане [25] исследованы свойства новых полиэлектролитов на основе акриламида и малеиновой кислоты на засоленные почвы региона. Авторами установлено, что природа и количественный состав активных функциональных групп, определяющих коллоидные и химические свойства полиэлектролитов, существенно зависят от условий синтеза сополимеров и степени гидролиза. Выявлены общие и специфические закономерности структурирующего действия полученного полиэлектролита на структуру

менее засоленных почвенных дисперсий. Экспериментальные данные показали, что между вязкостью растворов полиэлектролитов и их структурообразующего действия на почву наблюдается симбиотическая зависимость [25]. Эти исследования еще раз подтверждают, что применение полиакриламида имеет свою область приложения как структурообразователя, как, например, пологие склоны и некоторые типы почв. Однако на почвах с плохой текстурой, щелочных почвах действие полиакриламида неэффективно, что говорит о востребованности поиска новых безопасных структурообразователей почв.

Оструктурирование почвы высокомолекулярными водорастворимыми веществами (искусственное оструктурирование) является одним из эффективных приёмов улучшения агрофизических свойств почвы. В качестве искусственных структурообразователей почв часто используют водные растворы олигомеров, полимеров и полимерных комплексов. Такой прием защиты и улучшения физико-химических свойств почвы позволяет существенно повысить количество водопрочных агрегатов, а также способствует более продуктивному использованию сельскохозяйственными культурами запасов почвенной влаги. Помимо этого, искусственное оструктурирование позволяет устранить структурный дефицит, увеличить усвояемость подвижных форм азота и их мобилизацию. Таким образом, внесение полимеров в почву приводит к существенным изменениям физических свойств почв: в зависимости от концентрации вносимого структурообразователя меняется содержание глыбистых фракций, агрономически ценных агрегатов, коэффициента структурности, количество водопрочных агрегатов, пористость, водопроницаемость и т.д. Здесь очень важно не ошибиться с выбором структурирующего агента, ведь действие полимерных структурообразователей сохраняется в течении ряда лет [26-28].

Известны многочисленные работы по применению не только промышленно выпускаемых полимерных веществ в качестве структурообразователя, но, и новых синтезируемых интерполимерных композиции, содержащих в своей макромолекулярной цепи карбонильные, амидные, гидроксильные и др. полярные группы [29-33]. Интерполимерные комплексы - продукты реакции

взаимодействия химически комплементарных макромолекул. Благодаря таким свойствам как нерастворимость в большинстве обычных органических и неорганических растворителях, пластифицируемость водой и электролитами, антикоагуляционные свойства ИПК нашли достаточно широкое применение в различных отраслях народного хозяйства в качестве высокоэффективных флокулянтов, стабилизаторов дисперсий и т.п. В работе [29] изучено структурообразующее действие интерполимерного комплекса биополимеров -катионного полиэлектролита хитозан и анионного полиэлектролита натрий-карбоксиметилцеллюлозы. Обработка городской почвы данным интерполимерным комплексом приводила к агрегации почвенных частиц и повышению водопроницаемости почвы. Авторы установили, что в соотношении компонентов ИПК $[CTS]:[Na-CMC] = 30: 70$ повышается механическая прочность структурированных образцов почвы и улучшилась водопроницаемость почвы. Эти факты демонстрируют агрегацию почвенных частиц и формирование крупнопористой структуры почвы, повышающую устойчивость почвы к водной и ветровой эрозии и позволяющую создать хороший запас воды в корневой зоне.

Применение интерполимерного комплекса карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и мочевино-формальдегидной смолы (МФС) в сельском и водном хозяйстве показало как технологическую, так и экономическую пользу их использования для решения целого ряда агрофизических задач и вопросов мелиорации [34-36]. По результатам исследований авторами установлено, что при поливах хлопчатника через противofильтрационный экран из ИПК, созданный на поверхности почвы, глубинная фильтрация воды ниже расчетного слоя, уменьшается на 35–40 % от поливных норм.

Российскими учеными доказано, что нанесение компонентов ИПК существенно влияет на его формирование и последующее защитное противозерозионное действие [37]. Вариант 1. – рабочий раствор может быть получен смешением, поликатиона, полианиона и

низкомолекулярного электролита с концентрацией полимеров 2-4%. Интерполимерный комплекс наносится на поверхность в количестве 1-1,5 л/м² и низкомолекулярного электролита удаляется из системы под действием атмосферных осадков. В результате на поверхности образуется водонерастворимый почвенно-полимерный защитный структурированный слой толщиной 3-5 мм. При этом, содержание полимера в поверхностном корочном слое составляет 1,2-3,0 масс %. Вариант 2, заключающийся в последовательном нанесении двух водных растворов противоположно заряженных полиэлектролитов (в эквивольном соотношении). ИПК образуется в момент нанесения второго раствора на поверхность, предварительно пропитанную первым раствором. При таком способе не удается равномерно нанести оба полимерных компонента и, соответственно, регулировать состав ИПК. Формирование интерполиэлектролитного комплекса происходит непосредственно в поверхностном слое почвы. Результат – устойчивый защитный-полимерный корочный воздуховлагопроницаемый слой толщиной 1-5мм с содержанием полимера 0,5-2,5 масс %.

В диссертационной работе [38] также подробно описаны способы нанесения компонентов интерполимерных комплексов при структурировании эрозионноопасной почвы Азгирского полигона. Установлено, что при обрызгивании предварительно подготовленного ИПК на поверхность модели образца почвы, разделенным нанесением компонентов, а также последовательным нанесением с боронованием существенной разницы в закреплении поверхностного слоя образца почвы не наблюдалось. Интенсивность дефляции, рассчитанная по смоделированной на аэродинамической трубе ветровой эрозии со скоростью ветра 21м/с составил 0,4-0,23 % для ИПК метилцеллюлоза-полиэтиленмин, 0,03-0,59% для унифлок (УФ)-полидиметилдиаллиламмоний хлорид (ПДМДААХ), 1,06-1,76% для УФ-ПЭИ, NaKMЦ-ПЭМ 1,69-2,6%, NaKMЦ-ПДМДААХ 0,86-1,1%. Но, по сравнению с нанесением отдельными компонентами закрепляющее действие интерполимерных комплексов оказалось выигрышным за счет формирования новообразований при закреплении почвогрунта. В основе такого процесса лежит химическая адсорбция комплекса на поверхности

элементарных минеральных частиц, в результате чего на них возникает тончайшая, но достаточно прочная полимерная пленка, образующаяся на счет ионообменного процесса между поглощающим комплексом почвы и группами ИПК, способных к реакции ионного обмена. Но, тем не менее, нельзя исключать действие гидрофильного ассоциата, суть которого сводится к электростатическим взаимодействиям как с поверхностью почвы, так и проникновением во внутрь полидисперсной системы и связыванием почвенных коллоидов гидрофобными взаимодействиями и водородными связями. Результаты исследований подтверждены патентом Республики Казахстан [39].

На сегодняшний день в оструктурировании эродированных почв интерес ученых привлекает применение гуминовых кислот (ГК) и их производных [40-42]. Как известно, гуминовые кислоты — сложная смесь высокомолекулярных природных органических соединений, образующихся при разложении отмерших растений и их последующей гумификации (биохимического превращения продуктов разложения органических остатков в гумус при участии микроорганизмов, воды и кислорода) [википедия]. В отличие от синтеза в живом организме, образование гуминовых веществ не направляется генетическим кодом, а идет по принципу естественного отбора — остаются самые устойчивые к биоразложению структуры. В результате получается стохастическая, вероятностная смесь молекул, в которой ни одно из соединений не тождественно другому. Таким образом, гуминовые вещества — это очень сложная смесь природных соединений, не существующая в живых организмах [43].

Свыше двухсотлетнее изучение гуминовых кислот показало, что фундаментальными свойствами гуминовых веществ являются нестехиометричность состава, нерегулярность строения, гетерогенность структурных элементов и полидисперсность. Это говорит о неприменимости понятия молекулы к ним. Одним словом, это молекулярная композиция, каждый параметр которого отличается от другого. Соответственно, к гуминовым веществам невозможно применить традиционный способ численного описания строения органических соединений — определить количество атомов в молекуле, число и типы связей между ними.

Но, несмотря на кажущийся хаос в строении гуминовых кислот, установлено, что все гуминовые вещества состоят из атомов углерода (52-62%) углерода, кислорода (31-39%), водорода (2,8-5,8%) и азота (1,7-5,1%) (рис.1).

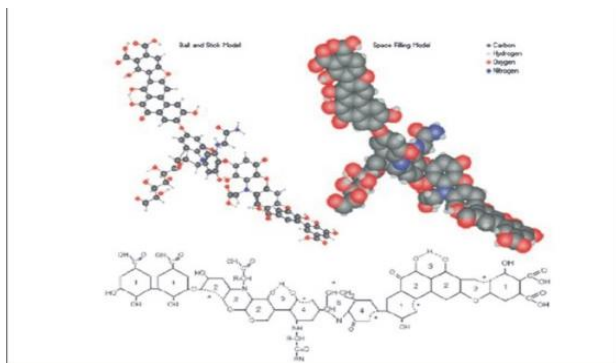


Рис.1. Состав гуминовых кислот [44]

Как видно, диапазон вариаций атомных отношений не столь широк. И, он зависит от происхождения гуминовых кислот. Также немаловажной особенностью ГК, независимо от источника происхождения является наличие единого принципа строения, которая заключается в том, что основным каркасным звеном является ароматический углеродный скелет, замещенный функциональными группами. В качестве заместителей могут быть гидроксильные, карбоксильные, алкильные и др. группы. Периферическую же составляющую формируют полипептидные и полисахаридные фрагменты. Наличие такого широкого спектра различных групп в составе гуминовых кислот относит их к очень сложным природным органическим соединениям, превосходящих даже нефть, уголь и лигнины. Именно вследствие такого сложного состава и структуры они могут вступать в ионные, донорно-акцепторные и гидрофобные взаимодействия. В природе они способны связывать различные классы экотоксикантов, образуя комплексы с металлами и соединения с различными классами органических веществ. Таким образом, гуминовые кислоты выполняют функцию посредников, смягчающих действие загрязнений на живые организмы.

В силу особенностей структуры, разнообразия физических и химических свойств гуминовые кислоты нашли широкое применение в различных сферах жизнедеятельности человека. Еще в XX в. гуминовые вещества нашли применение как модификаторы отрицательных электродов свинцовых аккумуляторов в электрохимической промышленности [45].

Гуматы натрия применяются в качестве стабилизаторов минеральных суспензий при производстве строительных материалов, при бурении скважин на нефть и газ. В частности, в нефтехимии, гуматные реагенты предназначены для общего улучшения буровых растворов, повышения дисперсности и агрессивной устойчивости, снижения водоотдачи. По принципу действия они являются стабилизаторами суспензий, но также выполняют пептизирующие функции. Служат регуляторами вязкости и статического напряжения сдвига глинистых растворов, загустевших от выбуренной породы. К их числу можно отнести вытяжки из бурового угля и торфа, а также продукты их модификации.

В медицине гуминовые кислоты и их производные используются как антисептические вещества [46]. В агропромышленности они являются эффективными стимуляторами роста растений и животных [47-48].

Высокая сорбционная емкость гуминовых кислот по отношению к ионам загрязняющих и рудных элементов, а также изотопных носителей долгоживущих радионуклидов позволяет использовать их в качестве эффективных адсорбентов [49-52]. В работе [52] показаны результаты исследований, в которых на 1 г гуминовых кислот сорбирует 30 мг цезия, 18 мг стронция, 18 мг меди, 60–150 мг свинца, 80 мг хрома, 300 мг ртути, 300–600 мг золота, 85–100 мг палладия. Металлы, удерживаемые гумусом, вместе с ним вовлекаются в процессы дальнейшей биохимической трансформации, способные привести к образованию обогащенных металлами углеродсодержащих пород. Это способствовало активизации исследований процессов образования таких пород.

На основе гуминсодержащего сырья разработаны и предложены новые виды органоминеральных удобрений пролонгированного действия, мелиорантов, которые обеспечивают высокий уровень урожайности, улучшают качество сельскохозяйственной продукции и экологической безопасности.

Как видно, ГК и гуминовые реагенты получили достаточно широкое применение, что обусловлено не только дешевизной и доступностью, но и многофункциональностью их действия.

Почва, богатая гуминовыми веществами характеризуется значительно лучшими

агрохимическими свойствами по сравнению обедненной почвы с истощенной гуминовым слоем. Гуминовый слой ответственен за удержание питательных веществ и их доставку к корням растений. Обедненная гуминовыми веществами земля, по сути, бесплодна, поскольку полезные микроэлементы в ней не задерживаются, а вымываются дождями и подземными водами. При этом нужно отметить, что в вопросах биоремедиации — восстановления изначальных экологических показателей почвы и воды при ликвидации загрязнений — без гуминовых веществ практически невозможно. Их основные функции — сорбция нужных для растений веществ, возобновление многих функций почвы, увеличение всхожести семян и урожайности [53-55].

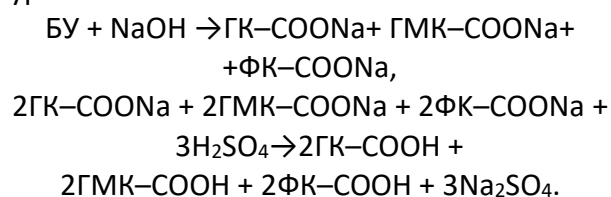
Установлено, что основными источниками гуминовых кислот являются торф, угли, некоторые почв и лигносульфонат (побочный продукт переработки древесины). Международным обществом по изучению гуминовых веществ (IHSS) рекомендовано выделять ГК в атмосфере азота для предотвращения окислительной трансформации молекулярным кислородом в процессе экстракции. В работе [56] проведено сравнение физико-химических свойств препаратов ГК, выделенных из почв 0.1 М NaOH с продувкой азотом и без его использования. Изучали ГК из горизонтов А1 двух контрастных по условиям гумусообразования типов почв: дерново-подзолистой и чернозема, являющихся зональными почвами южной тайги и степи. Полученные результаты свидетельствовали о процессах окисления компонентов щелочной вытяжки из дерново-подзолистой почвы при экстракции в присутствии O₂. Гумификация в черноземах сопровождалась глубокой окислительной трансформацией соединений органических остатков, при котором щелочные условия и присутствие молекулярного кислорода не вызывали дальнейшего окисления ГК.

Анализ способов извлечения гуминовых кислот из торфов показал, что существуют различные способы получения биологически активных веществ из торфа, угля и другого природного органического вещества: физические, химические, микробиологические, биохимические, которые базируются на различном воздействии на органическое вещество, его гуминовый комплекс. Наиболее широкое использование для извлечения

биологически активных веществ нашло применение водных растворов щелочей [57-58].

Интерес представляет извлечение ГК из углей, поскольку Казахстан входит в десятку стран, на территории которых находятся самые большие залежи угля в мире. Хорошо известно, что достаточно большие запасы углей в республике имеются в Карагандинской, Павлодарской, Костанайской, Восточно-Казахстанской, и Актюбинской областях. Запасы угля в Казахстане на сегодняшний день оцениваются приблизительно в 33 миллиарда тонн, что составляет около 4% от количества мировых резервов. При этом 62% залежей приходится на бурый уголь, а 38% - на каменный. Несмотря на неравномерное расположение месторождений, балансовые запасы породы позволяют обеспечить, как внутренние потребности в энергетическом угле, так и экспортировать довольно большие объемы топлива за рубеж. Угольная промышленность страны на 78% обеспечивает выработку электроэнергии и на 100% коксохимическое производство [59].

Исследования литературных источников показывает о существовании способов получения гуминовых кислот обработкой твердого угля водным раствором гидроксида натрия, калия и аммония; окисление угля смесью водных растворов минеральной и органической кислот, а также электрохимическими способами выделения [60-63]. В работе [63] показан способ повышения выхода гуматов из каменного угля до 40%. Суть метода заключалась в разбавлении измельченного угля раствором едкого натра под воздействием температуры с предварительной обработкой водяным паром в реакторе. Сотрудниками СамГУ [64] разработаны методы выделения ГК и гуматов калия и натрия из образцов бурого угля традиционным способом водно-щелочной экстракцией с последующим их осаждением в кислой среде. Реакции извлечения ГК сводятся к следующим уравнениям:



где БУ – бурые угли, содержащее гуминовые вещества, ГК – остаток гуминовой кислоты, ФК –

фульвокислоты, ГМК – гиматомелановой кислоты.

Авторами модифицированы методики по выделению гуминовых кислот из бурых углей, экспериментально подобраны концентрации, температура, время проведения реакции. Определено, что наиболее полное выделение гуминовых кислот происходит при экстракции 4% раствором щелочи, более высокая концентрация щелочи не сказывается на более полном извлечении гуминовых кислот, оптимальное время реакции – 4 часа, нагревание более 4 часов также не сказывается на более полном извлечении гуминовых кислот.

А в работе [65] установлено, что способ выделения гуминовых кислот из одного источника влияет на количество функциональных групп, что сказывается на сорбционных свойствах. Показана потенциальная перспективность проведения механохимической обработки бурого угля, направленная на окисление и увеличение фенольных и карбоксильных групп. Также определено, что в результате механохимического окисления органического вещества бурого угля уменьшается доля алифатических фрагментов, увеличивается содержание карбоксильных и фенольных групп в структуре гуминовых кислот. Увеличивается экстрагируемость гуминовых кислот (с 24 до 70 % для всех гуминовых кислот, с 2 до 15 % для водорастворимых гуминовых кислот). Механохимическая обработка в выбранных условиях не приводит к разрушению макромолекул гуминовых кислот, увеличивая растворимость более крупных молекул.

Исследования китайских ученых по извлечению ГК из выветренного угля Хуанлин щелочными растворимыми кислотами, кислородом и каталитическими методами описано в работе [66]. Результаты исследований показали, что каталитический метод является оптимальным для извлечения гуминовых кислот. В процессе оптимальной экстракции

использовали катализатор NHPI и сырье обрабатывали в растворе NaOH 0,5 моль/л в соотношении твердое вещество-жидкость 1:8 в течение 30 мин на кипящей водяной бане.

Это, конечно же, не весь перечень исследований в данном вопросе. Но, удручает тот факт, что в данном списке работы наших казахстанских ученых ничтожно мал [67]. Учитывая огромные запасы угля республики - источника гуминовых кислот, являющихся лучшими адсорбентами, стабилизаторами и закрепителями дисперсных систем, хотелось бы расширения исследований в данной области. Поскольку извлекая ГК из углей и используя их в составе композиции полимерных и иных комплексов, можно было бы решить ряд экологически актуальных проблем. Предпосылки исследований ученых и результаты собственных исследований позволяют предполагать, что разработка структурообразователей – интерполимерных комплексов гуминовых кислот с азотсодержащими полимерами и поверхностно-активными веществами катионного и анионного типа решит ряд практически важных задач в структурировании эродированных почв. В частности, комплексные исследования современными физико-химическими методами коллоидно-химических, структурно-реологических свойств, изучение механизма получения и взаимодействия ИПК с почвой, оценка воздействия комплексов на жизнедеятельность растений, произрастающих на эродированной территории области, проведение полевых испытаний с определением остаточных количеств пестицидов должны способствовать созданию экологически безопасных структурообразователей - закрепителей, которые улучшат агрофизические свойства почвы и повысят устойчивость грунтов и барханных песков против водной и ветровой эрозии.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Бектурганова Н. Е. Современное состояние проблемы охраны почв и перспектива применения гуминовых кислот // *Комплексное использование минерального сырья = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu*. 2021. №1(316), стр. 69-81. <https://doi.org/10.31643/2021/6445.09>

Cite this article as: Bekturganova N. Ye. Sovremennoye sostoyaniye problemy okhrany pochv i perspektiva primeneniya guminovykh kislot [Current state of the problem of soil protection and prospect of using humic acids]. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu*. 2021. № 1 (316), pp. 69-81. (In Rus.). <https://doi.org/10.31643/2021/6445.09>

Топырақты қорғау проблемасының қазіргі жағдайы мен гумин қышқылдарын қолдану перспективасы

Бектұрғанова Н. Е.

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы қ, Қазақстан

Корреспондент автордың емәйлі: bektur_n@mail.ru

Мақала келді: 12 ақпан 2021

Рецензенттен өтті: 16 ақпан 2021

Қабылданды: 05 наурыз 2021

ТҮЙІНДЕМЕ

Мақалада топырақ жамылғысын қорғау мәселелері бойынша әдебиеттерге шолу жасалды. Бүгінгі күні, топырақтың деградациясы мен эрозиясына алып келетін әр түрлі сипаттағы техногендік қалдықтармен литосфераның қатты ластануы кезеңінде, топырақтардың физикалық, химиялық, гидрологиялық, агрономиялық және басқа қасиеттерін жақсарту шараларында табиғи зияны аз шикізатқа артықшылық берілуі керек. Оларға гумин қышқылдары (ГҚ) және олардың туындылары жатады. Олар жақсы адсорбенттер, тұрақтандырғыштар және дисперсті жүйелердің бекітушілері болып табылады. Гумин қышқылдарының әртүрлі суда еритін полимерлермен және БАЗ-мен түзілетін композицияларын зерттеу тағы бір толық зерттелмеген бағыт. Қазақстандық ғалымдардың еңбектеріне жасалған шолу - гумин қышқылдарының алынуы, ГҚ-ң полимерлермен және беттік активті заттармен интерполимерлі комплекстерді (ИПК) түзуі, сонымен қатар оларды жел мен су эрозиясына ұшырайтын топырақтардың бекіткіші, құрылым түзушісі ретінде қолдану сияқты бағыттардың дамымағандығын көрсетеді. Гумин қышқылдарының қайнар көзі болып табылатын республикада көмірдің үлкен қорына ие бола отырып, ГҚ-рын алу, олардың негізінде ИПК алу және еліміздегі деградацияланған топырақтарды жақсарту үшін қолданылатын жаңа құрылымдарды алу бойынша кешенді зерттеулерді жүргізілмесе, оны кешіруге болмайды.

Түйінді сөздер: топырақ, құрылымның түзілуі, дисперсті жүйе, топырақ эрозиясы, гумин қышқылы, интерполимер кешені.

Автор туралы ақпарат:

Бектұрғанова Нәйла Есенкелді қызы

химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, ғылым және жоғары оқу орынан кейінгі білім беру орталығының директоры. <https://orcid.org/0000-0003-3062-3340>

Литература

- [1] Электронный учебник по биологии. <https://bioslogos.ru/59-ekologiya-pochvy>. 18.01.2021.
- [2] O'Geen, A. T., and Schwankl, L. J. (2005) Understanding soil erosion in irrigated agriculture. *Oakland: University of California Division of Agriculture and Natural Resources*, Publication 8196.
- [3] Soil erosion in South Africa – its nature and distribution. <https://www.grainsa.co.za/soil-erosion-in-south-africa---its-nature-and-distribution.html> 20.01.2021.
- [4] García-Orenes, F., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Guerrero, C., Bodí, M.B., Arcenegui, V., Zornoza, R., Sempere, J.G. (2009). Effects of agricultural management on surface soil properties and soil–water losses in eastern Spain. *Soil and Tillage Research*, Volume 106, Issue 1, 117-123.
- [5] Tiziano Gomiero. (2016) Soil Degradation, Land Scarcity and Food Security: Reviewing a Complex Challenge. *Sustainability* 8, 281
- [6] Breshers, D.D, Whicker J., Johansen, M. et al. (2003) Wind and water erosion and transport in semi-arid shrubland and forest ecosystems: quantifying dominance of horizontal wind-driven transport. *Earth Surface processes and Landforms*, 28: 1189-1209.
- [7] Cost of Soil Erosion. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/cost-of-soil-erosion/en/> 20.01.2021.
- [8] Проблемы современной науки и образования. <https://files.scienceforum.ru/pdf/2012/1046.pdf> 20.01.2021.
- [9] Смирнов, С. Деградация земель в Казахстане: фактор природный и человеческий. *Путь Евразии* 07.11.2019, 00.01
- [10] Эрозия почв и причины ее возникновения. <https://fb.ru/article/40558/eroziya-pochv-i-prichiny-ee-vozniknoveniya>. 20.01.2021.
- [11] Аль Майди Али Аббас Хашим. Восстановление почв после промышленных разработок. *Молодой ученый*. 2015, 3(83), 358-360.
- [12] Перевод Б. Малиновського. Как остановить эрозию. *Пропозиція*. 07.08.2019
- [13] Трегубов П.С., Зверхановский Н.В. Борьба с эрозией почв в Нечерноземье. Л., 1981, 160.
- [14] Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Бирюкова О.М. Влияние севооборотов и систем удобрения на показате ли гумусного состояния дерново-подзолистых суглинистых почв разной степени эродированности. *Почвоведение и агрохимия* 2017. 1(58), 85-94.
- [15] César Tiago Forte, Amauri Nelson Beutler, Leandro Galon, Giovane Matias Burg. Soil Physical Properties and Grain Yield Influenced by Cover Crops and Crop Rotation. *American Journal of Plant Sciences*. 2018, 09(04), 584-598.
- [16] Е.А. Бектуров, Л.А. Бимендина, Г.К. Мамытбеков. Комплексы водорастворимых полимеров и гидрогелей. Алматы.: НИЦ «Гылым», 2002, 220.
- [17] Полимерные материалы в строительстве. <https://perekos.net/sections/view/59> 22.01.2021
- [18] L. C. Hollaway. Polymer composites in construction: A brief history. *Engineering and Computational Mechanics*. 2009. 162(3), 107-118.
- [19] Куренков В.Ф. Водорастворимые полимеры акриламида. *Соросовский образовательный журнал*. 1997, 5, 48-53.

- [20] Flanagan, D.C. and K. Chaudhari. 1999. Erosion control with polyacrylamide on steep slopes. Technical papers, annu. meet. ASAE, Toronto, Ontario, Canada. 18-22 July 1999. ASAE, St. Joseph, MI.
- [21] Seybold, C.A. 1994. Polyacrylamide review: soil conditioning and environmental fate. *Comm. Soil Sci. Plant Analysis* 25, 2171-2185.
- [22] Shainberg, I., D.N. Warrington and P. Rengasamy. 1990. Water quality and PAM interactions in reducing surface sealing. *Soil Sci.* 149, 301-307.
- [23] Zhang, X.C. and W.P. Miller. Polyacrylamide effect on infiltration and erosion in furrows. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1996, 60:866-872.
- [24] Mamedov A. I., Wagner L. E., Huang CNorton., L. D., Levy G. J. Polyacrylamide Effects on Aggregate and Structure Stability of Soils with Different Clay Mineralogy. *Soil & Water Management & Conservation.* 2010, 74, 5.
- [25] Sharipova A., Akbarov H., and Andriyko L. A Method of obtaining the soil amendment. *International Journal of Recent Scientific Research.* 2020, 11, 05 (B), 38633-38640.
- [26] Джанпеисов Р.Д. Исследование по применению полимерных соединений в борьбе с эрозией почв. Алма-Ата: Наука, 1988. 90 с.
- [27] Захарова Е.И. Влияние водорастворимых полимеров на агрофизические и почвозащитные свойства светло-серых эродированных почв Предкамья Республики Татарстан, 1999г., 194 с.
- [28] Хабиров И.К., Сайфуллин Р.Р. Влияние высокомолекулярных водорастворимых полимеров на агрофизические свойства почв и продуктивность сельскохозяйственных культур при их применении. *Агрохимия*
- [29] Ж. С. Касымова, Л. К. Оразжанова, А. Н. Кливенко, Б. Х. Мусабаева, Д. К. Асержанов. Получение и свойства интерполимерных комплексов, способных к структурообразованию почв. *Журнал прикладной химии.* 2019. Т. 92. Вып.2, с.177-186.
- [30] Ганиев Х.И. Применение полимерного структурообразователя ДЭМАН для улучшения агрофизических свойств почвы при орошении. *ЦНТИ,* 58-88.
- [31] Mussabayeva B.Kh., Kassymova Zh.S. Aldabergenova M.A Interpolymer complex of biopolymers as a soil structure-forming agent. *Вестник Карагандинского университета.* DOI: 10.31489/2020Ch1/22-29
- [32] Мусабеков К.Б. Тажибаева С.М., Бектурганова Н.Е., Керимкулова М.Ж, Таныбаева А.К. Структурообразование поверхностного слоя высохшего дна Аральского моря интерполимерными комплексами гумата натрия. 1. Исследование особенностей взаимодействия гумата натрия с катионными полиэлектролитами. *Известия НТО «Кахак».* 2012, 2(36), 8-13.
- [33] Мусабеков К.Б. Тажибаева С.М., Бектурганова Н.Е., Керимкулова М.Ж, Таныбаева А.К. Структурообразование поверхностного слоя высохшего дна Аральского моря интерполимерными комплексами гумата натрия. 2. Исследование противоэрозионной стойкости. *Известия НТО «Кахак»,* 2012, (36), 14-17.
- [34] Ахмеджонов, Д. Г. Эффективное использование интерполимерных комплексов при минерализации почв. *Молодой ученый.* 2016, 27 (131), 207-208.
- [35] Ахмеджонов Д. Г. Поливной режим хлопчатника при поливе водосберегающими приемами *Журнал Agroilm.* 2010, 3(15), 13–14.
- [36] Мухамедов Г. И., Каримов З., Ахмеджонов Д. Г., Хафизов М. М., Ахмеджанов Г. А. Рекомендации по применению ИПК и созданию противофильтрационного экрана с целью экономии оросительной воды. Ташкент., 2008, 17 с.
- [37] Михейкин С.В., Смирнов А.Ю., Алексеев А.Н., Пронина Л.В., Зезин А.Б., Ануфриева С.И. Интерполимерные комплексы для закрепления поверхности и предотвращения пылепереноса ветровой и водной эрозии хвостохранилищ, золоотвалов и других дисперсных систем. *Московский гос. университет.* 2004., 278-282.
- [38] Бектурганова Н.Е. Структурирование эрозивно опасных почв водорастворимыми полиэлектролитами и их интерполимерными комплексами 26.10.2006 диссер. на соискание ученой степени: к.х.н. 104 с.
- [39] Пат. 15020 РК. Композиционный структурообразователь почв. Опубл. 15.08.2002; Бюл. № 11.
- [40] Loffredo E., Antonio P., Nicola S. More Germination and Early Growth of Slickspot Peppergrass (*Lepidium papilliferum*) as Affected by Desert Soil Humic Acids. *Soil Science.* 2010, 175(4), 186-193.
- [41] Goldberg S. Chemical Modeling of Boron Adsorption by Humic Materials Using the Constant Capacitance Model. *Soil Science.* 2014, 179(12), 561-567.
- [42] Davies G., Ghabbour E.A. Humic Acids: Marvelous Products of Soil Chemistry. *Journal of Chemical Education.* 2001. 78(12).
- [43] Перминова И.В. Гуминовые вещества — вызов химикам XXI века. *Химия и жизнь.* 2008, 1.
- [44] Механохимическая модификация структуры гуминовых кислот для получения комплексных сорбентов. https://www.avitapro.com/upload/images/gumin/sostav_guminovoyi_kisloty.jpg.html 22.01.2021
- [45] Раковский В.Е. Общая химическая технология торфа. Государственное энергетическое издательство. 1949, 366с.
- [46] Савченко И. А., Корнеева И. Н., Лукша Е.А. Пасечник К. К. Биологическая активность гуминовых веществ: перспективы и проблемы их применения в медицине (обзор). *Журнал No 1 (23) апрель, 2019,* с. 54-60.
- [47] Canellas, Luciano P.; Spaccini, Riccardo; Piccolo, Alessandro; More. Relationships Between Chemical Characteristics and Root Growth Promotion of Humic Acids Isolated From Brazilian Oxisols. *Soil Science.* 2009, 174(11), 611-620.
- [48] Canellas, Luciano P.; Zandonadi, Daniel B.; Busato, Jader G.; More. Bioactivity and chemical characteristics of humic acids from tropical soils sequence. *Soil Science.* 2008, 173(9), 624-637.
- [49] Dolfing, J.; Chardon, W. J.; Japenga, J. Association between colloidal iron, aluminum, phosphorus, and humic acids. *Soil Science.* 1999, 164(3), 171-179.
- [50] Zhang, Yi-Ran; Xue, Tong; Wang, Ren-Qing; More. FTIR Spectroscopic Structural Characterization of Forest Topsoil Humic Substances and Their Adsorption and Desorption for Mercury. *Soil Science.* 2013, 178(8), 436-441.
- [51] Saeki, Kazutoshi. Adsorption of Fe²⁺ and Mn²⁺ on silica, gibbsite, and humic acids. *Soil Science.* 2004, 169(12), 832-840.
- [52] Холин Ю.В. Гумусовые кислоты как главные природные комплексообразующие вещества <http://chemo.univer.kharkov.ua/departament/for%20students/humic%20acids.pdf> 22.01.2021

- [53] Milori, Débora M. B. P., Martin-Neto, Ladislau, Bayer, Cimélio. Humification degree of soil humic acids determined by fluorescence spectroscopy. *Soil Science*. 2002, 167(11), 739-749.
- [54] Левинский Б.В. Всё о гуматах. Иркутск: Корф-Полиграф. 2000, 75.
- [55] Wang, Kaijun; Xing, Baoshan. Roton correlation times and segmental mobility of humic acids in two solvents. *Soil Science*. 2004, 169(3), 168-175.
- [56] Заварзина, А.Г., Кравченко, Е.Г., Константинов, А.И., Перминова, И.В., Чуков, С.Н., Демин, В.В. Сравнение свойств препаратов гуминовых кислот, выделенных из почв щелочной экстракцией в присутствии и отсутствии кислорода. *Почвоведение*. 2019, 8, 910-922.
- [57] Зыкова М.В., Белоусов М.В., Гурьев А.М., Ахмеджанов Р.Р., Юсубов М.С. Стандартизация гуминовых кислот низинного древесно-травяного вида торфа. *Химико-фармацевтический журнал*. 2013, 47, 12, 53-56.
- [58] 2 429 214 RU. Sposob polycheniya guminovykh kislot is torfa (A method of producing humic acids and humic substances from peat) /Dudkin D.V., Tolstyak A.S., Fakhretdinova G.F. Opubl. 2011.09.20 (in Russ.).
- [59] Добыча угля в Казахстане. <http://uglex.com/articles/232-zapasy-uglya-v-kazakhstane.html> 26.01.2021
- [60] Чухарева Н.В. Исследование кинетики термически активированных изменений состава и свойств торфяных гуминовых кислот. Дисс. на соиск. уч. ст. д.х.н. Томск, 2003, 126 с.
- [61] Потапова И.А., Вишняков В.В., Пурьгин П.П., Симакова С.А., Воробьев Д.В., Ушакова В.Н. Выделение гуминовых кислот из бурых углей и их применение для рекультивации нефтезагрязненных земель. *Известия Самарского научного центра РАН*. Специальный выпуск «XIII конгресс Экология и здоровье человека». 2008, 215–218.
- [62] Noskova L.P. Humic Substances of Brown Coal from the Sergeyevo Coalfield. *Chem. for Sustain. Develop.* 2019, 17, 61-65.
- [63] Харьбин Т.А. Технология получения гуминовых веществ окисленных углей. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. 2017, с. 10-12.
- [64] Пурьгин П.П., Потапова И.А., Воробьев Д.В. Гуминовые кислоты: их выделение, структура и применение в биологии, химии и медицине. *Актуальные проблемы биологии, химии и медицины*. 2014, 180-196.
- [65] Скрипкина Т.С. Механохимическая модификация структуры гуминовых кислот для получения комплексных сорбентов. Научный доклад об основных результатах НКР (диссертации). Новосибирск. 2018, 24с.
- [66] Y. Guo, C. Ma, F. Hui, L. Wang. Humic acid extraction from weathered coal and its properties characterization. *Chinese Journal of Environmental Engineering*. 2017, 11(5), 3153-3160.
- [67] Каирбеков Ж.К., Жубанов К.А., Ешова Ж.Т., Каирбеков А.Ж. Синтез гуминовых кислот и их солей из бурых углей. Методическое указания к лабораторной работе. Алматы: Қазақ университеті. 2000, 20 с.

Reference

- [1] Elektronnyy uchebnik po biologii [Electronic textbook on biology]. <https://bioslogos.ru/59-ekologiya-pochvy>. 18.01.2021. (in Russ.)
- [2] O'Geen, A. T., and Schwankl, L. J. (2005) Understanding soil erosion in irrigated agriculture. *Oakland: University of California Division of Agriculture and Natural Resources*, Publication 8196. (in Eng.)
- [3] Soil erosion in South Africa – its nature and distribution. <https://www.grainsa.co.za/soil-erosion-in-south-africa---its-nature-and-distribution>. 20.01.2021.(in Eng.)
- [4] García-Orenes, F., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Guerrero, C., Bodí, M.B., Arcenegui, V., Zornoza, R., Sempere, J.G. (2009). Effects of agricultural management on surface soil properties and soil–water losses in eastern Spain. *Soil and Tillage Research*, Volume 106, Issue 1, 117-123. (in Eng.)
- [5] Tiziano Gomiero. (2016) Soil Degradation, Land Scarcity and Food Security: Review. a Complex Challenge. *Sustain.* 8, 281. (in Eng.)
- [6] Breshers, D.D, Whicker J., Johansen, M. et al. (2003) Wind and water erosion and transport in semi-arid shrubland and forest ecosystems: quantifying dominance of horizontal wind-driven transport. *Earth Surface processes and Landforms*, 28: 1189-1209. (in Eng.)
- [7] Cost of Soil Erosion. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/cost-of-soil-erosion/en/> 20.01.2021.
- [8] Problemy sovremennoi nauki i obrazovaniya [Problems of modern science and education]. <https://files.scienceforum.ru/pdf/2012/1046.pdf>. html 20.01.2021. (in Russ.)
- [9] Smirnov S. Degradatsiya zemel' v Kazakhstane: faktor prirodnyy i chelovecheskii [Land degradation in Kazakhstan: a natural and human factor]. *Ritmy Evrazii = Rhythms of Eurasia*. 2019, 00.01. (in Russ.)
- [10] Eroziya pochv i prichiny ee vozniknoveniya [Soil erosion and its causes]. <https://fb.ru/article/40558/eroziya-pochv-i-prichiny-ee-vozniknoveniya>. (in Russ.)
- [11] Al Madi Ali Abbas Hashim. Vosstanovlenie pochv posle promyshlennykh razrabotok [Restoration of soils after industrial developments]. *Molodoi uchenyi = A young scientist*. 2015, 3(83), 358-360. (in Russ.)
- [12] Translated by B. Malinovsky. Kak ostanovit' eroziyu [How to stop erosion]. *Propositiya = Propositiya*. 07.08.2019. (in Russ.)
- [13] Tregubov P. S., Zverkhanovsky N. V. Bor'ba s eroziyei pochv v Nechernozem'e [Fight against soil erosion in the Non-Chernozem region]. *Kolos=Ear*. 1981, 160. (in Russ.)
- [14] Bogatyreva E. N., Seraya T. M., Biryukova O. M. [Vliyaniye sevooborotov i sistem udobreniya na pokazateli gumusnogo sostoyaniya dervno-podzolistykh suglinistykh pochv raznoi stepeni erodirovannosti [Influence of crop rotations and fertilizer systems on the indicators of the humus state of sod-podzolic loamy soils of different degrees of eroding]. *Pochvovedenie i agrokhimiya = Soil science and agrochemistry*. 2017. 1(58), 85-94. (in Russ.)
- [15] César Tiago Forte, Amauri Nelson Beutler, Leandro Galon, Giovane Matias Burg. Soil Physical Properties and Grain Yield Influenced by Cover Crops and Crop Rotation. *American Journal of Plant Sciences*. 2018, 09(04), 584-598. (in Eng.) ?

- [16] Bekturov E.A., Bimendina L. A., Mamytbekov G. K.. Kompleksy vodorastvorimyyx polimerov I gidrogelei [Complexes of water-soluble polymers and hydrogels]. *Gylym = Science*. 2002, 220. (in Russ.)
- [17] Polimernye materialy v stroitel'tve [Polymer materials in constructions]. <https://perekos.net/sections/view/59.html> 22.01.2021. (in Russ.)
- [18] L. C. Hollaway. Polymer composites in construction: A brief history. *Engineering and Computational Mechanics*. 2009. 162(3), 107-118. (in Eng.)
- [19] Kurenkov V. F. Vodorastvorimye polimery akriamida [Water-soluble polymers of acrylamide]. *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal= Soros Educational Journal*.1997, 5, 48-53. (in Russ.)
- [20] Flanagan, D.C. and K. Chaudhari. 1999. Erosion control with polyacrylamide on steep slopes. Technical papers, annu. meet. ASAE, Toronto, Ontario, Canada. 18-22 July 1999. ASAE, St. Joseph, MI. (in Eng.)
- [21] Seybold, C.A. 1994. Polyacrylamide review: soil conditioning and environmental fate. *Comm. Soil Sci. Plant Analysis* 25, 2171-2185. (in Eng.)
- [22] Shainberg, I., D.N. Warrington and P. Rengasamy. 1990. Water quality and PAM interactions in reducing surface sealing. *Soil Sci.* 149, 301-307. (in Eng.)
- [23] Zhang, X.C. and W.P. Miller. Polyacrylamide effect on infiltration and erosion in furrows. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1996, 60:866-872. (in Eng.)
- [24] Mamedov A. I., Wagner L. E., Huang CNorton., L. D., Levy G. J.. Polyacrylamide Effects on Aggregate and Structure Stability of Soils with Different Clay Mineralogy. *Soil & Water Management & Conservation*. 2010, 74, 5. (in Eng.)
- [25] Sharipova A., Akbarov H., and Andriyko L. A Method of obtaining the soil amendment. *International Journal of Recent Scientific Research*. 2020, 11, 05 (B), 38633-38640. (in Eng.)
- [26] Dzhanpeisov R. D. Issledovanie po primeneniy polimernyyx soedinenii v bor-be s eroziei pochv [Research on the use of polymer compounds in the fight against soil erosion]. *Nauka=Science*. 1988. 90. (in Russ.)
- [27] Zakharova E. I. Vliyanie vodorastvorimyyx polimerov na agrophizicheskie I pochvozashitnye svoystva svetlo-seryyx erodirovannyx pochv Predkam'ya Respubliki Tatarstan [Influence of water-soluble polymers on the agrophysical and soil-protective properties of light-gray eroded soils of the Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Dissertatsiya =Dissertation*. 1999., 194. (in Russ.)
- [28] Khabirov I. K., Sayfullin R. R. Vliyanie vysokomolekulyarnyyx vodorastvorimyyx polimerov na agrophizicheskie svoystva pochv I produktivnost' sel'skoxozyaistvennyx kul'tur pri ix primenenii [Influence of high-molecular water-soluble polymers on the agrophysical properties of soils and the productivity of agricultural crops in their application]. *Agroximiya =Agrochemistry*. 2014, 8-11. (in Russ.)
- [29] Kasymova Zh. S., Orazzhanova L. K., Klimenko A. N., Musabaeva B. Kh., and Sarzhanov D. K. Poluchenie I svoystva interpolimernyyx kompleksov, sposobnyx k strukturirovaniy [Preparation and properties of interpolymer complexes capable of soil structure formation]. *Zhurnal prikladnoi khimii =Jour. of Applied Chem*. 2019. T. 92. V2, 177-186. (in Russ.)
- [30] Ganiev H. I. Primenenie polimernogo structuroobrazovatelya DEMAN dlya uluchsheniya agrophizicheskix svoystv pochvy pri oroshenii [Application of the polymer structure-forming agent DEMON for improving the agrophysical properties of the soil during irrigation]. *TsNTI =CSTR*, 58-88. (in Russ.)
- [31] Mussabayeva B.Kh., Kassymova Zh.S., Aldabergenova M.A Interpolymer complex of biopolymers as a soil structure-forming agent. *Вестник Карагандинского университета*. DOI: 10.31489/2020Ch1/22-29. (in Eng.)
- [32] Musabekov K. B, Tazhibaeva S. M.,Bekturganova N.Ye., Kerimkulova M. Zh, Tanybaeva A. K. Structuroobrazovanie poverxnostnyx sloev erodirovannoi pochvy Aral'skogo moray interpolimernymi kompleksami gumata natriya. 1 Issledovanie vzaimodeistviya gumata natriya s kationnymi polielektrolitami [Structure formation of the surface layer of the dried bottom of the Aral Sea by interpolymer complexes of sodium humate. 1. Investigation of the interaction of sodium humate with cationic polyelectrolytes]. *Izvestiya NTO "Kahak" = Izvestiya NTO "Kahak"* 2012, 2(36), 8-13. (in Russ.)
- [33] Musabekov K. B, Tazhibaeva S. M.,Bekturganova N.Ye., Kerimkulova M. Zh, Tanybaeva A. K. Structuroobrazovanie poverxnostnyx sloev erodirovannoi pochvy Aral'skogo moray interpolimernymi kompleksami gumata natriya. 2.Issledovanie protivoroionnoi stoikosti. [Structure formation of the surface layer of the dried bottom of the Aral Sea by interpolymer complexes of sodium humate. Izvestiya NTO "Kahak"= Izvestiya NTO "Kahak". 2012, (36), 14-17. (in Russ.)
- [34] Akhmedzhonov D. G. Effectivnoe ispolzovanie interpolimernyyx kompleksov pri mineralizatsii pochv [Effective use of interpolymer complexes in soil mineralization]. *Molodoi uchenyi = A young scientist*. 2016, 27 (131), 207-208. (in Russ.)
- [35] Akhmedzhonov D. G. [Polivnoi rezhim pri polive vodosberegayshimi priemami [Irrigation regime of cotton when watering with water-saving techniques]. *Jurnal Agroilm =Agroilm Journal*. 2010, 3(15), 13-14. (in Russ.)
- [36] Mukhamedov G. I., Karimov Z., Akhmedzhanov D. G., Hafizov M. M., Akhmedzhanov G. A. Rekomendatsii po primeneniy IPK I sozdaniy protivofil'tratsionnogo ekrana s tselyu economii orositel'noi vody [Recommendations for the use of IPC and the creation of an anti-filtration screen to save irrigation water]. *Tashkent = Tashkent*. 2008, 17. (in Russ.)
- [37] Mikheikin S. V., Smirnov A. Yu., Alekseev A. N., Pronina L. V., Zezin A. B., Anufrieva S. I. Interpolimernye komplekxy dlya zakrepleniya povexnosti I predotvrasheniya pyleperenosa vetrovoi I vodnoi erosii xvostoxranilish, zolootvalov I drugix dispersnyx sistem [Interpolymer complexes for fixing the surface and preventing dust transfer of wind and water erosion of tailings, ash dumps and other dispersed systems]. *Moskovskii gos. Universitet = Moscow State University*. 2004.,278-282. (in Russ.)
- [38] Bekturganova N. Ye. Strukturoobrazovanie erozionnoopasnyx pochv vodorastvorimymi polielektrolitami I ix interpolimernymi kompleksami [Structuring of erosion-hazardous soils with water-soluble polyelectrolytes and their interpolymer complexes].*Dissertatsiya = Dissertation*. 104. (in Russ.)
- [39] Pat. 15020 RK. Kompozitsionnyi structuroobrazovatel' pochv [Composite soil structurizer]. 2002; Byul. No. 11. (in Russ.)
- [40] Loffredo E., Antonio P., Nicola S. More Germination and Early Growth of Slickspot Peppergrass (*Lepidium papilliferum*) as Affected by Desert Soil Humic Acids. *Soil Science*. 2010, 175(4), 186-193. (in Eng.)

- [41] Goldberg S. Chemical Modeling of Boron Adsorption by Humic Materials Using the Constant Capacitance Model. *Soil Science*. 2014, 179(12), 561-567. (in Eng.)
- [42] Davies G., Ghabbour E.A. Humic Acids: Marvelous Products of Soil Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 2001. 78(12).
- [43] Perminova I. V. Guminovye veshstva – vyzov ximikam XXI veka [Humic substances-a challenge to chemists of the XXI century]. *Ximiya I zhizn = Chemistry and life*. 2008, 1. (in Russ.)
- [44] Mexaanoximicheskaya modifikatsiya struktury guminovykh kislot dlyaa polucheniya kompleksnykh sorbentov [Mechanochemical modification of the structure of humic acids for the production of complex sorbents]. https://www.avitapro.com/upload/images/gumin/sostav_guminovoyi_kisloty.jpg.html 22.01.2021
- [45] Rakovsky V. E. Obshaya ximicheskaya tehnologiya torfa [General chemical technology of peat]. *Gosudarstvennoe energeticheskoe izdatelstvo = State Energy Publishing House*. 1949, 366. (in Russ.)
- [46] Savchenko I. A., Korneeva I. N., Luksha E. A. Pasechnik K. K. Biologicheskaya aktivnost guminovykh veshstv: perspektivy I problem ix primeneniya v meditsine (obzor) [Biological activity of humic substances: prospects and problems of their application in medicine (review)]. *Medial-Zhurnal = Medial-Journal*. 2019, 1(23). 54-60. (in Russ.)
- [47] Canellas, Luciano P.; Spaccini, Riccardo; Piccolo, Alessandro; More. Relationships Between Chemical Characteristics and Root Growth Promotion of Humic Acids Isolated From Brazilian Oxisols. *Soil Science*. 2009, 174(11), 611-620. (in Eng.)
- [48] Canellas, Luciano P.; Zandonadi, Daniel B.; Busato, Jader G.; More. Bioactivity and chemical characteristics of humic acids from tropical soils sequence. *Soil Science*. 2008, 173(9), 624-637. (in Eng.)
- [49] Dolfing, J.; Chardon, W. J.; Japenga, J. Association between colloidal iron, aluminum, phosphorus, and humic acids. *Soil Science*. 1999, 164(3), 171-179. (in Eng.)
- [50] Zhang, Yi-Ran; Xue, Tong; Wang, Ren-Qing; More. FTIR Spectroscopic Structural Characterization of Forest Topsoil Humic Substances and Their Adsorption and Desorption for Mercury. *Soil Science*. 2013, 178(8), 436-441. (in Eng.)
- [51] Saeki, Kazutoshi. Adsorption of Fe²⁺ and Mn²⁺ on silica, gibbsite, and humic acids. *Soil Sc*. 2004, 169(12), 832. (in Eng.)
- [52] Kholin Yu. V. Gumusovye kisloty kak glavnye prirodnye kompleksobrazuyushie veshstva [Humic acids as the main natural complexing substances]. <http://chemo.univer.kharkov.ua/department/for%20students/humic%20acids.pdf>. 22.01.2021
- [53] Milori, Débora M. B. P., Martin-Neto, Ladislau, Bayer, Cimélio. Humification degree of soil humic acids determined by fluorescence spectroscopy. *Soil Science*. 2002, 167(11), 739-749. (in Eng.)
- [54] Levinsky B. V. vse o gumatax [All about humates]. *Korf-Poligraf=Korf-Polygraph*. 2000, 75. (in Russ.)
- [55] Wang, Kaijun; Xing, Baoshan. Roton correlation times and segmental mobility of humic acids in two solvents. *Soil Science*. 2004, 169(3), 168-175. (in Eng.)
- [56] Zavarzina, A. G., Kravchenko, E. G., Konstantinov, A. I., Perminova, I. V., Chukov, S. N., Demin, V. V. [Svrnenie svoystv preparatov guminovykh kislot, vydelenykh iz pochv shelochnoi ekstraktsiei v prisutstvii I otsutstvii kisloroda [Comparison of properties of humic acid preparations isolated from soils by alkaline extraction in the presence and absence of oxygen]. *Pochvovedenie = Soil science*. 2019, 8, 910-922. (in Russ.)
- [57] Zykova M. V., Belousov M. V., Guryev A.M., Akhmedzhanov R. R., Yusubov M. S. Standartizatsiya guminovykh kislot nizinngo drevesno-travyanogo vida torfa [Standardization of humic acids of lowland wood-grass peat species]. *Ximiko-farmatsevticheskii zhurnal = Chemical and Pharmaceutical journal*. 2013, (47), 53-56. (in Russ.)
- [58] 2 429 214 RU. Sposob polucheniya guminovykh kislot iz torfa (A method of producing humic acids and humic substances from peat) /Dudkin D.V., Tolstyak A.S., Fakhretdinova G.F. Opubl. 2011.09.20 (in Russ.).
- [59] Dobycha uglja v Kazakhstane [Coal mining in Kazakhstan]. <http://uglex.com/articles/232-zapasy-uglya-v-kazakhstan.html> 26.01.2021
- [60] Chukhareva N. V. Issledovanie kinetiki termicheski aktivirovannykh izmenenii sostava I svoystva torphyanykh guminovykh kislot [Investigation of the kinetics of thermally activated changes in the composition and properties of peat humic acids]. *Dissertatsiya= Dissertation*. 2003, 126. (in Russ.)
- [61] Potapova I. A., Vishnyakov V. V., Purygin P. P., Simakova S. A., Vorobyev D. V., Ushakova V. N. Vydelenie guminovykh kislot iz burykh uglei I ix primeneniye dlya rekultivatsii neftezagryaznennykh zemel' [Isolation of humic acids from brown coals and their application for recultivation of oil-polluted lands]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN, Spetsial'nyi vypusk "XII congress Ekologiya I zdorove cheloveka" = Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Special issue "XII Congress of Ecology and Human Health"*. 2008, 215–218. (in Russ.)
- [62] Noskova L.P. Humic Substances of Brown Coal from the Sergeyevo Coalfield. *Chem. for Sustain. Develop*. 2019, 17, 61-65.
- [63] Kharybin T. A. Tekhnologiya polucheniya guminovykh veshstv oksilennykh uglei [Technology of obtaining humic substances of oxidized coals]. *Sbornik materialov VI Mezhdunarodnoi nauchno-practicheskoi konferentsii = Collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference*. 2017, 10-12. (in Russ.)
- [64] Purygin P.P., Potapova I.A., Vorobiev D.V. Guminovyye kisloty: ikh vydeleniye, struktura i primeneniye v biologii, khimii i meditsine [Humic acids: their isolation, structure and application in biology, chemistry and medicine]. *Aktual'nyye problemy biologii, khimii i meditsiny = Actual problems of biology, chemistry and medicine*. 2014, 180-196. (in Eng.)
- [65] Skripkina T. S. Mekhanoximicheskaya modifikatsiya struktury guminovykh kislot dlya polucheniya kompleksnykh sorbentov [Mechanochemical modification of the structure of humic acids for the production of complex sorbents]. *Nauchyi doklad ob osnovnykh rezul'tatax NKR = Scientific report on the main results of the SCR*. 2018, 24. (in Russ.)
- [66] Y. Guo, C. Ma, F. Hui, L. Wang. Humic acid extraction from weathered coal and its properties characterization. *Chinese Journal of Environmental Engineering*. 2017, 11(5), 3153-3160. (in Eng.)
- [67] Kairbekov Zh.K., Zhubanov K. A., Eshova Zh. T., Kairbekov A. Zh. Syntez guminovykh kislot i ix solei iz burykh uglei. Metodicheskoe ukazanie k laboratornoi rabote [Synthesis of humic acids and their salts from brown coals. Guidelines for laboratory work]. *Kazakh Universiteti = Kazakh University*. 2000, 20. (in Russ.).