

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 631.878

doi: 10.31140/j.vestnikib.2020.2(213).6

**ТОРФ И ОТХОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ
КАК ИСТОЧНИК ВОСТРЕБОВАННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ – ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ****Е.М. Лаптева, Р.С. Василевич, Е.Д. Лодыгин***Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар
E-mail: lapteva@ib.komisc.ru*

Аннотация. В работе дан обзор применения инновационных продуктов комплексной переработки углеродсодержащего сырья – гуминовых препаратов. Показана возможность их использования в сельском хозяйстве для повышения почвенного плодородия, стимуляции роста и развития сельскохозяйственных животных, в медицине в качестве БАДов, в экологии для ремедиации и рекультивации загрязненных органическими и неорганическими поллютантами почв. Отмечено отсутствие на данный момент зарегистрированных в установленном порядке лекарственных препаратов на основе гуминовых кислот. Охарактеризованы источники получения гуминовых кислот и препаратов на их основе. Показано, что в Республике Коми сырьем для производства таких продуктов могут быть торф, бурый уголь и отходы угледобывающей промышленности, кородревесные отходы предприятий деревообработки. Отмечено, что наиболее перспективна разработка технологий производства гуминовых препаратов из отходов угольной и деревообрабатывающей промышленности. В этом случае наряду с получением ценного инновационного продукта будет решена проблема утилизации отходов, значительные объемы которых накоплены в регионе.

Ключевые слова: гуминовые кислоты, гуматы, торф, отходы промышленности, шахтные отвалы, кородревесные остатки

В условиях снижения объемов производства минеральных удобрений, сокращения поголовья крупного рогатого скота и уменьшения количества вносимых в почвы сельскохозяйственных угодий органических удобрений, большое значение приобретают технологии получения гуминовых препаратов (гуматов) – инновационных продуктов комплексной переработки углеродсодержащего сырья (углей, леонардита, вермикомпоста, торфа и пр.). Как правило, состав гуминовых препаратов непостоянен и в значительной степени зависит от источников сырья и применяемой технологии выделения гуминовых веществ (Обзор ..., 2018). Их основу составляют гуматы калия и/или натрия (до 90 %) – калийные и натриевые соли высокомолекулярных гуминовых кислот (ценных природных соединений, определяющих состав почвенного гумуса), соединения азота (до 2–4 %), фосфор, калий и другие макро- и микроэлементы. Такой состав гуминовых препаратов предопределил их широкое применение во многих отраслях сельского хозяйства, промышленности и экологии (Безуглова, 2016а; Якименко, 2011).

Активное производство гуминовых препаратов началось в конце XX в. (Наими, 2018; Поволоцкая, 2019). На сегодняшний день выпуск гуминовых препаратов набирает обороты во многих странах мира, в том числе и в России (Обзор ..., 2018). На российском рынке хорошо зарекомендовали себя промышленные гуминовые препараты, сырьем для производства которых являются:

– углефицированные материалы: бурый уголь, лигнит, леонардит (Гумат 80, Гумат 7+, Энерген-экстра, Энергум, Гуми, Сахалинский и др.);

– органические отходы: лигносульфонат, вермикомпост (Лигногумат, Лигногумат А, Лигногумат АМ, Гумистар, Био-Дон и др.);

– торф и донные отложения (ЭкоОрганика, Плодородие, Бигус, Эдагум, Скарабей, Гумостим, Росток и др.).

Удобрения на основе гуматов обладают стимулирующими и адаптогенными свойствами (Безуглова, 2016а; Якименко, 2011; Сравнение ..., 2019; Васильев, 2018). Они в основном предназначены для предпосевной обработки семян, некорневой и корневой обработки растений в период вегетации. Удобрения на основе гуматов неоднократно тестировались и показали положительное влияние на урожайность и качество продукции, физико-химические характеристики и плодородие почв (Лучник, 2010; Матвеева, 2013; Влияние гуминовых ..., 2019; Малхасян, 2019; Лукьянова, 2019; Каргин, 2019). Действие гуминовых веществ хорошо прослеживается в начальный период развития растений и в период усиленного развития биохимических процессов, а также в условиях стресса для растений – при высокой кислотности почв, засухе и заморозках, избытке или недостатке азота в почве, в условиях засоления почв (Determination ..., 2008; Влияние ..., 2016; Куликова, 2018).

Гуминовые препараты благодаря их детоксицирующим свойствам (Пукальчик, 2012) активно используют при разработке новых высокотехнологичных стратегий биологической рекультивации, восстановления и очистки нефтезагрязненных почв, а также почв, загрязненных тяжелыми металлами (Halim, 2003; Хохлова, 2009; Нем-

ков, 2015; Степанов, 2016; Гильманова, 2018). Внесение гуминовых препаратов в нефтезагрязненные почвы способствует, особенно при их применении на начальных этапах рекультивации, интенсификации биодеструкции нефтяных углеводородов (Влияние..., 2015; Динамика..., 2016). Обработка почв препаратами гуминовых кислот заметно снижает подвижность тяжелых металлов за счет образования комплексных соединений с гуминовыми и фульвокислотами (Пагреев, 2020; Комплексообразование ..., 2014) и взаимодействия с почвенным поглощающим комплексом, насыщенным органическими соединениями (Касатиков, 2019).

Экспериментальные разработки по исследованию и применению препаратов на основе гуминовых кислот проводились в медицине и ветеринарии, начиная с 40-х гг. прошлого столетия. В настоящее время кормовые добавки на основе гуминовых кислот широко используются в животноводстве, птицеводстве, при промышленном разведении рыбы (Сравнительная ..., 2010; Безуглова, 2016б; Корсаков, 2018). Введение в рацион кормовых добавок на основе гуминовых кислот активизирует обменные процессы в организме животных, стимулирует их рост и развитие, способствует повышению суточных надоев и привесов, стимулирует специфический клеточный и гуморальный иммунитет (Аринжанов, 2017). Ценность таких кормовых добавок обусловлена присутствием в составе гуминовых препаратов минеральных компонентов, аминокислот, витаминов, природных полисахаридов, стероидов, гормонов, жирных кислот, растительных пигментов (флавоноиды), природных антиоксидантов (катехины). В их составе обнаружены нестероидные фитоэстрогены натурального происхождения – изофлавоноиды, а также хиноны и прочие полезные компоненты. Такая концентрация биологически активных веществ обуславливает многообразие положительного влияния гуминовых кислот на живые организмы, действие которых прослеживается на клеточном и субклеточном уровнях (Безуглова, 2016б).

В ходе многочисленных экспериментов установлено антибактериальное, противогрибковое и противовирусное действие гуминовых кислот, отмечены их вяжущие, антирезорбтивные и противовоспалительные свойства. Испытания препаратов гуминовых кислот выявили отсутствие у них канцерогенных, аллергенных, анафилактикогенных, тератогенных и эмбриотоксических свойств (Сухих, 2009; Киштапова, 2015; Полуянова, 2017; Биологическая ..., 2019). Это позволило отнести гуминовые кислоты и препараты на их основе к числу безвредных для животных и человека, что, по мнению некоторых авторов (Islam, 2005), дает им определенные преимущества в применении по сравнению с классическими лекарственными средствами. Однако, несмотря на выпуск и ши-

рокое распространение как в России, так и за рубежом биологически активных добавок (БАДов) на основе гуминовых препаратов, ни один лекарственный препарат на основе гуминовых кислот не зарегистрирован в Реестре лечебных средств Российской Федерации (Биологическая ..., 2019). Это связано со сложностью стандартизации разрабатываемых лечебных препаратов в силу особенностей природы гуминовых кислот – нестехиометричности их строения, сложности структуры, а также из-за многообразия способов выделения из природных объектов, невозможности использования многих классических методов аналитической химии для идентификации и количественного определения гуминовых кислот, отсутствия стандартных образцов для их стандартизации. Это сохраняет широкое поле деятельности для исследования уникальных природных соединений – гуминовых кислот – и оценки возможности их применения для решения имеющихся проблем.

В Республике Коми есть все условия и необходимое сырье, которое можно использовать для производства гуминовых препаратов и продуктов на их основе для нужд региона. Одним из таких ценных видов сырья является торф. На территории республики расположено 4840 торфяных месторождений площадью около 2.76 млн. га с ресурсами торфа порядка 7.6 млрд. т (40 % влаги). Однако основные ресурсы торфа – прогнозные (88.4 %) (Торфяные..., 2000; Ерцев, 2004). Это требует проведения соответствующих исследований и реальной оценки запасов торфа в Республике Коми.

В XX в. торф использовали в промышленных масштабах в качестве топливно-энергетического ресурса (содержит до 65 % углерода), теплоизоляционного материала, в сельском хозяйстве – для повышения почвенного плодородия. Использование торфа непосредственно в качестве органического удобрения – исторически сложившаяся практика, особенно в северных регионах. Торф содержит значительный запас органического вещества с высокой долей углерода и азота, хорошо удерживает влагу, долго сохраняет питательные вещества и биологически активные компоненты, имеет пористую структуру, является средой обитания грибов и бактерий, участвующих в процессах трансформации органических соединений и обеспечивающих доступность элементов питания для растений. Все эти свойства важны для бедных гумусом, малопродуктивных почв Севера. Этими качествами обладают не все виды торфов, а только низинные и переходные. Верховой торф (сфагновый) в силу значительной кислотности и низкого содержания в его составе азота и зольных элементов малоприспособлен для этих целей.

Обобщение данных о распространении торфяных почв на территории Республики Коми свидетельствует, что общая площадь верховых болот составляет 4.5 % ее площади (Атлас почв ...,



Рис. 1. На водораздельных территориях Республики Коми наиболее широко распространены верховые сфагновые болота, являющиеся истоками многих ручьев, малых рек и притоков крупных водных систем – Печоры и Вычегды. Фото Н. Н. Гончаровой.

2010). Они занимают равнинные водоразделы, пологие склоны, понижения рельефа. Это наиболее крупные массивы сфагновых болот с мощностью торфа 1.0–1.5 м и более (рис. 1). Как правило, верхняя толща (40–60 см) торфяной залежи верховых болот представлена сфагновым торфом, имеющим низкую степень разложения (5–20 %). Переработка такого торфа, выделение из него гумусовых препаратов малоэффективно ввиду их низкого содержания в исходном сырье. Такой торф можно использовать в строительстве. Известны изобретения строительных материалов на основе модифицированного торфяного сырья (верхового торфа низкой степени разложения) и вспененного полистирола, смеси для изготовления древесно-торфяных строительных материалов, композиции, содержащие в качестве связующего компонента портландцемент. Они могут найти применение при изготовлении плит, материалов для теплоизоляции жилых, промышленных зданий и промышленного оборудования.

Торфяная толща верхового болота, залегающая глубже 40–60 см от дневной поверхности, имеет среднюю и высокую степень разложения растительного материала (25–30 % и более). В этой части торфяной залежи верховых болот торф может быть представлен как верховым, так и переходным и низинным типами с более высоким качеством исходного сырья. Такой торф может давать значительный эффект при его переработке для нужд сельского хозяйства.

Наибольшее значение в качестве источников гуматов и гуминовых кислот имеют торфяные почвы (торфяная залежь) низинных болот (Грехова, 2015). Однако на территории республики они занимают всего 0.5 % площади почвенного покрова (Атлас почв ..., 2010). Низинные болота приурочены преимущественно к долинам рек, притеррасным понижениям пойм (рис. 2). Низинные болота и их торфяные почвы являются естественными биогеохимическими барьерами на пути миграции поллютантов с почвенно-грунто-



Рис. 2. Низинные и ключевые болота занимают незначительные площади на территории Республики Коми, но они представляют огромный научный интерес, так как являются местообитаниями значительного количества редких видов и природными биогеохимическими барьерами на пути миграции поллютантов в ландшафтах. Фото Н. Н. Гончаровой.

выми водами в направлении водораздел → долины рек → реки → моря и океаны (Добровольский, 1991). Их мелиорация и последующее использование для добычи торфа неизбежно приведет к нарушению естественного гидрологического режима рек и водоемов, их масштабному загрязнению при аварийных ситуациях, сопровождающихся поступлением в окружающую среду значительных объемов поллютантов (нефть и нефтепродукты, тяжелые металлы, ПАУ и пр.).

Ввиду вышесказанного подходы к использованию торфяных ресурсов в промышленных целях должны быть очень взвешенными и включать экологические технологии рационального природопользования с наименьшими негативными последствиями для окружающей среды. В основу рационального природопользования торфяных ресурсов должен быть положен системный подход, позволяющий объективно оценивать динамику современных природных процессов в торфяно-болотных экосистемах в естественном состоянии и при антропогенном воздействии и разрабатывать сценарии оптимизации комплексного использования торфяных ресурсов с приоритетом экологической значимости (Инишева, 2003).

По классификации Б.В. Левинского (2000), гуминовые кислоты и гуматы из торфяного сырья входят в третью группу из четырех по качеству получаемой продукции и выходу сырья (20–30 %), уступая лишь препаратам из качественных марок бурого угля. В этом плане в Республике Коми одним из наиболее перспективных источников гуминовых кислот можно считать ископаемые бурые угли. Республика располагает колоссальным разведанным запасом энергетических углей: Интинское месторождение – 1760 млн. т, Чернореченское месторождение – 851 млн. т (Organic ..., 2019). Вследствие высокой зольности (20–45 %) и сернистости использование бурых углей, как правило, ограничивается топливом для котельных и тепловых электростанций. Бурый уголь гораздо реже используют в качестве химического сырья, хотя доля полезных компонентов, таких как свободные гуминовые кислоты, может в них достигать 86 %. Кроме того, бурый уголь богат битуминозными веществами, смолами, n-алканами и изоалканами, а также другими органическими компонентами (Процько, 2014; Organic ..., 2019). Гуминовые кислоты, выделенные из такого сырья, характеризуются более высоким содержанием ароматических фрагментов (до 45–50 %) и карбоксильных групп (до 14 %) по сравнению с гуминовыми кислотами из верхового и низинного торфа (Исследование ..., 2015). Гуминовые препараты из бурого угля могут быть более эффективны при использовании в качестве сорбентов тяжелых металлов (Изучение ..., 2017), антирадикальных и антиоксидантных добавок (Антирадикальные

..., 2019). Гуминовые препараты из бурых углей обладают биостимулирующими свойствами, которые положительно сказываются на всхожести семян, увеличении биомассы стеблей и корней продовольственных культур (Исследование ..., 2015). Они могут быть использованы в качестве стимуляторов роста и развития ряда культур, в том числе применяемых в технологических схемах биологической рекультивации (Оценка ..., 2018).

Следует отметить, что исходным сырьем для производства гуминовых препаратов могут быть также отходы добычи бурых углей и окисленные бурые угли (Исследование ..., 2015), т.е. угли, изменившие свои свойства в результате воздействия кислорода и влаги. Такие угли не используют в промышленности, они образуют вместе с вскрышными породами внешние отвалы вокруг шахт (рис. 3). Под отходы угледобывающего производства отводятся значительные площади земель, что приводит к созданию техногенных ландшафтов, непригодных в дальнейшем для хозяйственного использования и требующих проведения рекультивационных мероприятий. По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми (Государственный ..., 2020), по сравнению с твердыми коммунальными отходами (0.306 млн. т) объемы отходов промышленности составляют порядка 36 млн. т. Основная их часть приходится на долю угольной промышленности. В частности, на объектах ОАО «Шахта Интауголь» сосредоточено 8.53 млн. м³ отходов 5 класса опасности общей площадью 271.63 га. Шахтные отвалы представляют экологическую угрозу загрязнения атмосферы парниковыми и углеводородными газами, пылевыми частицами (зола), почвенного покрова и гидрологической сети – углем, органическими соединениями и тяжелыми металлами (Душкова, 2011; Акулов, 2014; Патова, 2016). Организация промышленных установок по переработке окисленных бурых углей в местах их складирования будет способствовать реализации комплексного подхода по вторичному использованию промышленных отходов, ликвидации и рекультивации отвалов.

Ценным сырьем для производства гуматов могут стать отходы деревообрабатывающей промышленности. Складирование и накопление многотоннажных отходов (кора, щепа, опилки) предприятий лесодобычи и лесопереработки, особенно в черте населенных пунктов, приводит к серьезным экологическим проблемам как для населения, так и для окружающей среды (Исследование ..., 2018). Эта проблема существует во многих регионах, в том числе и в Республике Коми, где в результате многолетней деятельности предприятий деревообрабатывающей промышленности накоплены значительные объемы кородревесных отходов (КДО). В частности, на территории г. Сыктывка-

ра в районе местечка Лесозавод расположен склад КДО (отвал), который уже является источником экологических проблем (рис. 4). На его территории происходит периодическое возгорание древесных остатков, создающее проблемы жителям города. Разложение органического материала в толще отвала является источником поступления парниковых газов в атмосферу. Размещение отвала в долине р. Сысола может способствовать поступлению загрязняющих веществ в грунтовые, подземные воды, на территорию прилегающей поймы и в ее водоемы.

В настоящее время в республике предприняты определенные меры для ликвидации свалки путем перевода КДО в биоэнергетический ресурс и производство пеллет. Однако специфика отходов (наличие минеральных включений) не позволяет в полном объеме использовать их в производственном цикле введенной в действие электростанции (местечко Лесозавод) и сдерживает возможность их применения в производстве гранул и брикетов. Необходимы поиск и разработка технологий, позволяющих перевести накопленные КДО в биоресурс, который можно применять в сельском хозяйстве в качестве агробиоудобрения (вместо химических удобрений), а также при проведении очистных работ при нефтеразливах (сорбенты и биосорбенты органических загрязнителей) и биологической рекультивации для повышения плодородия почв и грунтов.

Известно, что кору деревьев, опилки, щепу и прочие отходы деревообработки можно успешно применять для нужд агропромышленного комплекса (Мохирев, 2015). Кору и хвою при соответствующей переработке успешно используют в качестве кормовых добавок в рационе сельскохозяйственных животных (Козина, 2013), опилки – в качестве подстилки на птицефабриках, животноводческих и птицефермах с последующим использованием ее в качестве удобрения. КДО находят свое применение для мульчирования и удобрения почвы, приготовления искусственного грунта для теплично-парниковых хозяйств, биокомпоста для рекультивации почв (Анализ ..., 2013). Разработана технология получения гуминовых веществ из коры сосны (Дудкин, 2016). Все это свидетельствует о перспективности проведения научных исследований, направленных на оценку возможностей использования КДО для производства гуминовых препаратов и других биологических продуктов (земляной смеси, биоудобрений, биосорбентов), которые могут быть использованы для повышения уровня плодородия почв и для решения экологических проблем региона.

Таким образом, в конце XX–начале XXI в. с развитием технологий открылись новые перспективные направления использования гуматов и гуминовых кислот:

- в земледелии в качестве мелиорантов и гуминовых удобрений для повышения плодородия почв и активаторов роста растений;



Рис. 3. Шахтные отвалы – перспективный источник получения новых инновационных продуктов. Фото Е. Н. Патовой.

- в животноводстве в качестве кормовой добавки на основе препаратов гуминовых кислот и их солей для скота и птицы;

- в медицине в качестве БАДов, оказывающих положительный эффект на все системы жизнеобеспечения, в качестве основы лекарственных препаратов;

- в промышленности гуминовые кислоты могут быть использованы в качестве сорбентов для очистки воды, загрязненных почв.

В Республике Коми перспективными источниками сырья для производства гуминовых препаратов следует считать торф, бурый уголь и отходы производства – кордревесные остатки. Однако использование торфяных ресурсов Республики Коми возможно только с применением комплексного подхода к разработке технологий переработки разнокачественного по составу торфа, использования инновационных, причиняющих наименьший ущерб для окружающей среды технологий разработки торфяных месторождений. Предпринимателям малого и среднего бизнеса,



Рис. 4. Склад КДО в местечке Лесозавод г. Сыктывкара может стать источником перспективного сырья для получения новых инновационных продуктов на основе гуминовых кислот. Фото Е. Н. Патовой.

которые будут заинтересованы в развитии таких производств, необходимо понимание, что любое, даже самое незначительное вмешательство в болотные системы будет иметь отрицательный отклик в экологической стабильности гидрологической сети региона.

Учитывая слабую изученность торфяных ресурсов Республики Коми, необходимы предварительная оценка их качественного и количественного состава как источников гуматов и гуминовых удобрений; оценка допустимых, экологически безопасных для природной среды республики объемов добычи и переработки торфа; подбор оптимальных с точки зрения экологии и промышленного производства болотных массивов в качестве источника торфа; проведение научно-исследовательских работ по выделению гуматов и гуминовых кислот из разных типов торфа, изучению их свойств и возможности использования в сельскохозяйственном производстве. В этой связи использование в качестве сырья для гуминовых кислот бурого угля и кородревесных остатков, с нашей точки зрения, является более приоритетным направлением. Гуминовые препараты, получаемые из бурых углей, не уступают по своим характеристикам препаратам из торфа, а разработка технологий переработки кородревесных остатков позволит получить не только препараты на основе гуминовых кислот, но и, возможно, серию биотехнологических продуктов, которые будут востребованы в качестве мелиорантов и биокостов для целей повышения уровня плодородия почв агроэкосистем и техногенно нарушенных ландшафтов. В любом случае, одновременно будет реализована задача вторичного использования промышленных отходов региона и рекультивации угольных отвалов. Реализация такого направления будет иметь положительные экономические и социальные последствия для многих районов Республики Коми, включая арктические Воркутинский и Интинский, где накоплены значительные объемы отходов угледобывающих предприятий.

В решении этих проблем значимую роль может сыграть научный потенциал Федерального исследовательского центра «Коми научный центр УрО РАН». В частности, Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН имеет признанную научную школу с более чем 30-летним опытом работы в области изучения структуры и свойств гумусовых веществ (Лаптева, 2016). Имеющаяся аналитическая база позволяет успешно решать задачи анализа структурно-функционального состава гумусовых веществ (Лодыгин, 2014; Василевич, 2017; Molecular ..., 2018; Vasilevich, 2018; Lodygin, 2020), оценки особенностей их строения и свойств, в том числе в качестве природных сорбентов, дезактиваторов тяжелых металлов (Комплексообразование ..., 2014; Complexation..., 2020), полициклических ароматических углево-

дородов (Polycyclic..., 2019; Gabov, 2020) и других загрязнителей, оценки влияния удобрений на плодородие почв и их здоровье (качество) (Влияние органических ..., 2019; Влияние различных ..., 2020).

ЛИТЕРАТУРА

- Акулов, А. О. Влияние угольной промышленности на окружающую среду и перспективы развития по модели декаплинга / А. О. Акулов // Регион: экономика и социология. – 2014. – № 1 (81). – С. 272–288.
- Анализ технологических аспектов образования отходов на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности / О. Н. Курило, Ю. В. Куликова, Я. И. Вайсман, Е. С. Ширинкина // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. – 2013. – № 4. – С. 97–108.
- Антирадикальные свойства гуминовых веществ из бурого угля и торфа / С. Л. Хилько, Р. А. Макарова, Р. Г. Семенова, М. И. Рогатко, О. И. Невечеря // Вестник ТвГУ. Серия «Химия». – 2019. – № 3 (37). – С. 72–78. – DOI: 10.26456/vtchem2019.3.8
- Аринжанов, А. Е. Перспективы использования гуминовых веществ / А. Е. Аринжанов, Е. П. Мирошникова, М. Б. Ребезов // Синергия: электронный научно-практический журнал. – 2017. – № 1. – С. 105–109.
- Атлас почв Республики Коми / под ред. Г. В. Добровольского, А. И. Таскаева, И. В. Забоевой. – Сыктывкар, 2010. – 356 с.
- Безуглова, О. С. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) / О. С. Безуглова, Е. А. Полиенко, А. В. Горовцов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016а. – № 4 (60). – С. 11–14.
- Безуглова, О. С. Применение гуминовых препаратов в животноводстве (обзор) / О. С. Безуглова, В. Е. Зинченко // Достижения науки и техники АПК. – 2016б. – Т. 30, № 2. – С. 89–93.
- Биологическая активность гуминовых веществ: перспективы и проблемы применения в медицине / И. А. Савченко, И. Н. Корнеева, Е. А. Лукша, К. К. Пасечник // МедиАль. – 2019. – № 1 (23). – С. 54–60. – DOI: 10.21145/2225-0026-2019-1-54-60
- Василевич, Р. С. Влияние изменения климата в голоцене на профильное распределение гумусовых веществ бугристых торфяников лесотундры / Р. С. Василевич, В. А. Безносиков // Почвоведение. – 2017. – № 11. – С. 1312–1324. – DOI: 10.7868/S0032180X17090106
- Васильев, А. А. Значение, теория и практика использования препаратов на основе гуминовых кислот / А. А. Васильев // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2018. – № 2. – С. 3–5.
- Ерцев, Г. Н. Состояние и использование торфяных ресурсов Республики Коми / Г. Н. Ерцев, О. А. Баулина // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России. Т. 2. Геологическое строение, геодинамика. Магматизм и метаморфизм. Твердые горючие ископаемые. Рудные и нерудные полезные ископаемые. – Сыктывкар: Геопринт, 2004. – С. 163–166.
- Влияние гуминового препарата и препарата «Мелафен» на дыхательную активность загрязненной нефтью дерново-подзолистой почвы / А. А. Вершинин, А. М. Петров, И. В. Князев, Т. В. Кузнецова, Р. Ч. Юранец-Лужакова // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2015. – № 1 –2. – С. 36–38.
- Влияние гуминовых кислот и их комплексов с железом на функциональное состояние растений, выращенных в условиях дефицита железа / Д. П. Аброськин, М. Фунтес, Х. М. Гарсиа-Мина, О. И. Кляйн,

- С. В. Сенник, Д. С. Волков, И. В. Перминова, Н. А. Куликова // Почвоведение. – 2016. – № 10. – С. 1167–1177. – DOI: 10.7868/S0032180X16100026
- Влияние гуминовых препаратов на ферментативную активность почвы при выращивании отдельных культур / Г. В. Наумова, Н. Л. Макарова, Н. А. Жмакова, Т. Ф. Овчинникова // Экологический вестник северного Кавказа. – 2019. – № 2. – С. 19–23.
- Влияние органических удобрений на структуру и состав почвенных микробных сообществ в агроценозах средней тайги (на примере Республики Коми) / Е. М. Лаптева, Ю. А. Виноградова, С. И. Лоскутов, Я. В. Пухальский, Е. М. Перминова, В. А. Ковалева, Н. Т. Чеботарев // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 3. – С. 149–156. – DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-168-175
- Влияние различных систем удобрений на микробную биомассу и комплекс культивируемых микромицетов дерново-подзолистой почвы в подзоне средней тайги / Е. М. Лаптева, В. А. Ковалева, Ю. А. Виноградова, Е. М. Перминова, Г. Я. Елькина, Н. Т. Чеботарев // Агробиохимический вестник. – 2019. – № 6. – С. 21–26. – DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10085
- Гильманова, М. В. Оценка применения гуминовых препаратов для биологической рекультивации / М. В. Гильманова, И. В. Грехова // АПК: инновационные технологии. – 2018. – № 1. – С. 6–12.
- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Коми за 2019 год [Электронный ресурс] – <http://gov.rkomi.ru/right/gosdokl>.
- Грехова, И. В. Гуминовый препарат из низинного торфа / И. В. Грехова // Теоретическая и прикладная экология. – 2015. – № 6. – С. 87–90.
- Динамика содержания органического вещества в нефтезагрязненной почве в присутствии гуминового препарата и препарата «Мелафен» / Ю. А. Игнатьев, Э. Р. Зайнулгабидинов, А. М. Петров, Р. Э. Хабибуллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – № 6. – С. 149–151.
- Добровольский, Г. В. Генезис, эволюция и охрана почвенного покрова пойм Нечерноземной зоны РСФСР / Г. В. Добровольский // Научные основы оптимизации и воспроизводства плодородия аллювиальных почв Нечерноземной зоны РСФСР. – Москва, 1991. – С. 3–14. – (Научные труды Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева).
- Дудкин, Д. В. Способ гумификации растительного сырья / Д. В. Дудкин, И. М. Федяева // Патент № 2581531 от 24.03.2016.
- Душкова, Д. О. Анализ техногенного воздействия на геосистемы европейского севера России / Д. О. Душкова, А. В. Евсеев // Арктика и Север. – 2011. – № 4. – С. 1–34.
- Изучение сорбции катионов марганца модифицированными гуминовыми кислотами бурых углей / С. И. Жеребцов, Н. В. Малышенко, Л. В. Брюховецкая, З. Р. Исмагилов // Кокс и химия. – 2017. – № 11. – С. 43–48.
- Инишева, Л. И. Концепция рационального использования торфяных ресурсов России / Л. И. Инишева, С. Г. Маслов // Химия растительного сырья. – 2003. – № 3. – С. 5–10.
- Исследование свойств и микробиологического состава кородревесных отходов короотвала г. Краснокамск / А. Ю. Максимов, Ю. Г. Максимова, А. В. Шилова, О. В. Колесова, Дж. Симонетти // Вестник ПНИПУ. – 2018. – № 4. – С. 98–112. – DOI: 10.15593/2224-9400/2018.4.08
- Исследование состава и свойств гуминовых кислот природного и механохимически окисленного бурого угля / А. В. Савельева, А. А. Иванов, Н. В. Юдина, О. И. Ломовский // Химия твердого топлива. – 2015. – № 4. – С. 3–7. – DOI: 10.7868/S002311771504009X
- Каргин, В. И. Изменение фотосинтетической деятельности посевов ячменя в зависимости от сроков внесения био- и гуминовых препаратов / В. И. Каргин, В. Е. Камалихин, Р. А. Захаркина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2 (46). – С. 52–57. – DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-52-57
- Касатиков, В. А. Влияние гуминовых препаратов на детоксикацию тяжелых металлов в дерново-подзолистой почве / В. А. Касатиков, И. Н. Титов // Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции. – 2019. – С. 228–230.
- Киштапова, Р. Р. Биологическая активность гуминовых веществ, получаемых из торфа и сапропеля / Р. Р. Киштапова, А. У. Зиганшин // Казанский медицинский журнал. – 2015. – Т. 96, № 1. – С. 84–89.
- Козина, Е. А. Применение кормовой добавки из отходов переработки леса в рационах лактирующих коров / Е. А. Козина, Н. А. Табаков // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 3. – С. 116–120.
- Комплексообразование ионов ртути (II) с гуминовыми кислотами тундровых почв / Р. С. Василевич, В. А. Безносиков, Е. Д. Лодыгин, Б. М. Кондратенко // Почвоведение. – 2014. – № 3. – С. 283–294. – DOI: 10.7868/S0032180X14030113
- Корсаков, К. В. Влияние препарата гуминовых кислот на выводимость инкубационных яиц и качество выведенного молодняка / К. В. Корсаков // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2018. – № 4. – С. 27–30.
- Куликова, Н. А. Защитное действие гуминовых веществ по отношению к проросткам пшеницы в условиях неблагоприятных температур / Н. А. Куликова, О. И. Филиппова // Агробиохимический вестник. – 2018. – № 2. – С. 33–37. – DOI: 10.24411/0235-2516-2018-00033
- Лаптева, Е. М. Почвы и почвенные ресурсы Республики Коми: этапы исследований, итоги и перспективы / Е. М. Лаптева, В. А. Безносиков, Е. В. Шамрикова // Известия Коми научного центра УРО РАН. – 2016. – № 3 (27). – С. 23–34.
- Левинский, Б. В. Все о гуматах / Б. В. Левинский. – Иркутск, 2000. – 71 с.
- Лодыгин, Е. Д. Молекулярный состав гумусовых веществ тундровых почв (¹³C-ЯМР-спектроскопия) / Е. Д. Лодыгин, В. А. Безносиков, Р. С. Василевич // Почвоведение. – 2014. – № 5. – С. 546–552. – DOI: 10.7868/S0032180X14010079
- Лукьянова, М. В. Влияние гуминового препарата и препарата на основе лишайникового сырья на урожайность и качество картофеля / М. В. Лукьянова // Плодородие. – 2019. – № 4. – С. 46–49. – DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.15
- Лучник, Н. А. Действие органо-минерального удобрения гумат «Плодородие» на урожай и качество яровой пшеницы / Н. А. Лучник, В. И. Хитрова // Агробиохимический вестник. – 2010. – № 5. – С. 36–37.
- Малхасян, А. Б. Урожайность, качество и сохранность корнеплодов столовой моркови при применении гуминовых препаратов / А. Б. Малхасян, А. Н. Нефедова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 27–32.
- Матвеева, Н. В. Влияние препарата Росток на проростки яровой пшеницы на инфекционном фоне / Н. В. Матвеева, И. В. Грехова, Н. Н. Колоколова // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 12 (118). – С. 15–17.

- Мохирев, А. П. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования / А. П. Мохирев, Ю. А. Безруких, С. О. Медведев // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. – 2015. – № 2, ч. 2. – 13 с.
- Наими, О. И. Гуминовые препараты: свойства, источники и промышленное получение (Обзор) / О. И. Наими // Аллея Науки. – 2018. – № 8 (24). – 11 с.
- Немков, П. С. Влияние гуминового препарата на сеянцы хвойных пород / П. С. Немков, И. В. Грехова // Теоретическая и прикладная экология. – 2015. – № 1. – С. 98–101.
- Обзор рынка гуминовых удобрений в России и мире. 2 издание. – Москва, 2018. – 112 с.
- Оценка влияния структурно-группового состава гуминовых кислот бурых углей на их биологическую активность в условиях техногенных ландшафтов / Д. А. Соколов, С. Л. Добрянская, В. А. Андроханов, С. Ю. Клековкин, И. Н. Госсен, С. И. Жеребцов, Н. В. Малышенко, К. С. Вотолин, Ж. Дугаржаев // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – № 5. – С. 90–99. – DOI: 10.26730/1999-4125-2018-5-90-99
- Патова, Е. Н. Процессы естественного восстановления почв и растительного покрова на отработанном угольном карьере (Большеземельская тундра) / Е. Н. Патова, Е. Е. Кулюгина, С. В. Денева // Экология. – 2016. – № 3. – С. 173–179. – DOI: 10.7868/S0367059716020116
- Патрикеев, Е. С. Влияние гуминовых удобрений на подвижность тяжелых металлов в почве / Е. С. Патрикеев, Ю. П. Янчас // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 6–1 (45). – 6–9 с. – DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10638
- Поволоцкая, Ю. С. Краткий обзор гуминовых препаратов / Ю. С. Поволоцкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 5 (1). – С. 37–40. – DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10854
- Полуянова, И. Е. Биологическая активность гуминовых веществ, получаемых из торфа, и возможности их использования в лечебной практике / И. Е. Полуянова // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2017. – № 4. – С. 114–122.
- Процько, О. С. Петрографический состав и технологические характеристики углей 10-го, 11-го пластов Интинского месторождения (южная часть Печорского бассейна) / О. С. Процько, В. А. Медведева // Вестник ИГ Коми НЦ УРО РАН. – 2014. – № 10. – С. 8–11.
- Пукальчик, М. А. Экотоксикологическая оценка городских почв и детоксицирующего эффекта нанокомпозиционного препарата / М. А. Пукальчик, В. А. Терехова // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2012. – № 4. – С. 26–31.
- Сравнение двух интегральных биотических индексов при оценке эффектов воздействия гуминовых препаратов в модельном эксперименте / О. С. Якименко, В. А. Терехова, М. А. Пукальчик, М. В. Горленко, А. И. Попов // Почвоведение. – 2019. – № 7. – С. 781–792. – DOI: 10.1134/S0032180X19070153
- Сравнительная характеристика структурных особенностей торфяных гуминовых и гиматомелановых кислот во взаимосвязи со спецификой их физиологического действия / В. В. Платонов, Д. Н. Елисеев, О. С. Половецкая, А. А. Хадарцев // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т. 17, № 4. – С. 9–11.
- Степанов, А. А. Ремедиация загрязненных городских почв с применением гуминовых препаратов / А. А. Степанов, О. С. Якименко // Живые и биокосные системы. – 2016. – № 18. – 11 с.
- Сухих, А. С. Перспективы применения гуминовых и гуминоподобных кислот в медицине и фармации / А. С. Сухих, П. В. Кузнецов // Медицина в Кузбассе. – 2009. – № 1. – С. 10–14.
- Торфяные ресурсы Республики Коми – Сыктывкар, 2000. – 613 с.
- Хохлова, Н. Ю. Применение гуминовых кислот для рекультивации нефтезагрязненных Самарских земель на территориях, прилегающих к железной дороге / Н. Ю. Хохлова, Г. М. Исхакова, П. П. Пурьгин // Известия Самарского НЦ РАН. – 2009. – Т. 11, № 1 (2). – С. 230–233.
- Якименко, О. С. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации / О. С. Якименко, В. А. Терехова // Почвоведение. – 2011. – № 11. – С. 1334–1343.
- Complexation of lead and cadmium ions with humic acids from arctic peat soils / E. D. Lodygin, I. I. Alekseev, R. S. Vasilevich, E. V. Abakumov // Environmental Research. – 2020. – Vol. 191. – P. 110058. – DOI: 10.1016/j.envres.2020.110058
- Determination of yield stability in advanced potato cultivars as affected by water deficit and potassium humate in Ardabil region, Iran / D. Hassanpanah, E. Gurbatov, A. Gadimov, R. Shahrhiri // Pakistan Journal of Biological Sciences. – 2008. – Vol. 10, iss. 10. – P. 1354–1359. – DOI: 10.3923/pjbs.2008.1354.1359
- Gabov, D. N. Vertical distribution of PAHs during the evolution of permafrost peatlands of the European arctic zone / D. N. Gabov, Ye. V. Yakovleva, R. S. Vasilevich // Applied Geochemistry. – 2020. – Vol. 123. – P. 104790. – DOI: 10.1134/S0016702917060039
- Halim, M. Potential availability of heavy metals to phytoextraction from contaminated soils induced by exogenous humic substances / M. Halim, P. Conte, A. Piccolo // Chemosphere. – 2003. – Vol. 52. – P. 265–275. – DOI: 10.1016/S0045-6535(03)00185-1
- Islam, K. M. S. Humic acid substances in animal agriculture / K. M. S. Islam, A. Schuhmacher, J. M. Gropp // Pakistan J. Nutr. – 2005. – N 4 (3). – P. 126–134. – DOI: 10.3923/pjn.2005.126.134
- Lodygin, E. Environmental aspects of molecular composition of humic substances from soils of northeastern European Russia / E. Lodygin, R. Vasilevich // Polish Polar Research. – 2020. – Vol. 41. – N 2. – P. 115–135. – DOI: 10.24425/ppr.2020.133009
- Molecular composition of raw peat and humic substances from permafrost peat soils of European Northeast Russia as climate change markers / R. Vasilevich, E. Lodygin, V. Beznosikov, E. Abakumov // Science of the Total Environment. – 2018. – Vol. 615. – P. 1229–1238. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.053
- Organic geochemistry of the Pechora basin coal and hypercoal as a perspective product of coal chemistry / N. S. Burdelnaya, D. A. Bushnev, O. V. Valyaeva, I. N. Burtsev, D. V. Kuzmin, A. A. Derevesnikova // Vestnik IG Komi SC UB RAS. – 2019. – N 10. – DOI: 10.19110/2221-1381-2019-10-5-11
- Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Peat Mounds of the Permafrost Zone / D. N. Gabov, Ye. V. Yakovleva, R. S. Vasilevich, O. L. Kuznetsov, V. A. Beznosikov // Eurasian Soil Science. – 2019. – Vol. 52, N. 9. – P. 1038–1050. – DOI: 10.1134/S1064229319090035
- Vasilevich, R. Molecular composition of humic substances isolated from permafrost peat soils of the eastern European Arctic / R. Vasilevich, E. Lodygin, E. Abakumov // Polish Polar Research. – 2018. – Vol. 39, N 4. – P. 481–503. – DOI: 10.24425/118757

**PEAT AND INDUSTRIAL WASTE OF THE KOMI REPUBLIC
AS A SOURCE OF IN-DEMAND INNOVATIVE PRODUCTS – HUMIC PREPARATIONS**

E.M. Lapteva, R.S. Vasilevich, E. D.Lodygin

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

Abstract. The paper provides a review of innovative products usability for the complex processing of carbonaceous materials (humic preparations). The possibility of their usability in agriculture is shown to increase soil fertility, to stimulate the growth and progression of food-producing animals, in medical industry – as nutraceuticals, in ecology – for remediation and reclamation of soils contaminated with organic and inorganic pollutants. The unavailability of currently registered medicinal preparations based on the humic acids is shown. The origins of humic acids and preparations based on them are defined. It is shown that in the Komi Republic peat, brown coal and coal waste, waste wood as being the raw products. It is noted that the development of production technologies of humic preparations from the waste of the coal and wood industries is one of the most promising. Together with an obtaining of valuable innovative product, the problem of materials recovery will be solved for republic with significantly volumes of waste accumulated in the region.

Key words: humic acids, humates, peat, industrial waste, mine dumps, waste wood
