

САПРОПЕЛИ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ УКРАИНЫ

Приведена информация об истории изучения, составе, особенностях, классификации, способах добычи, возможностях применения сапропелей, а также данные о запасах этого сырья в Украине.

Термин сапропель (от греч. *sapros* – гнилой и *pelos* – ил, грязь) был предложен немецким ученым Р. Лаутерборном в 1901 г. Вторично термин «сапропель» был введен в науку Г. Потонье в 1904 г. [3].

Начало серьезных исследований сапропелей в России было положено в 1916 г., когда академическая Комиссия по изучению естественных производительных сил России (КЕПС), действуя по заданию Особого совещания по обороне государства при военном министре Российской империи, приступила к экспедиционному и камеральному изучению образцов сапропелита озера Балхаш, битумов и сапропелей других озер [5]. В 1919 г. по инициативе академиков Н.С. Курнакова и В.И. Вернадского был создан Сапропелевый комитет при КЕПС. В задачи комитета входило: выяснение природы и состава ископаемых сапропелей (сапропелитов), разработка научных программ для их изучения, разрешение ряда специальных научно-технических и теоретических вопросов исследования сапропеля и родственных ему веществ. Систематические работы начали проводиться после организации опытной станции в месте залегания типичного сапропеля в средней полосе России (Залучье). В 1932 г. создан Сапропелевый институт, возглавлявшийся сначала Н.Д.Зелинским, а затем В.В. Челинцевым и И.М. Губкиным. За годы работы Сапропелевого комитета и Сапропелевого института был выполнен громадный объем научно-исследовательских и прикладных работ по применению сапропеля в сельском хозяйстве, медицине, бальнеологии и различных отраслях промышленности. В результате химической переработки получали ценные продукты – моторное топливо, различные масла, монтан-воск, кокс, светильный газ, уксусную кислоту, метиловый спирт, изоляционные материалы и многое другое. В это время была создана сапропелевая промышленность СССР в составе государственных трестов и объединений (Битумсланец ВСНХ РСФСР 1923–1929, Союзсланцы 1929–1934 и др.) [6]. Однако в результате репрессий к 1934 г. институт лишился своего руководства и лучших научных кадров и был реформирован в сектор сапропеля в структуре Института горючих ископаемых (ИГИ) АН СССР. Первым директором стал академик И.М. Губкин. Перед ИГИ была поставлена задача комплексного изучения горючих ископаемых (нефть, уголь, сланцы, сапропель) «с точки зрения их генезиса, условий формирования местонахождений, а также физических, химических и технологических свойств» [2]. В 1937 г. в структуре института действовали лаборатория Генезиса сапропеля и Сапропелевая станция. Руководство работами осуществлялось рядом видных ученых, в том числе академиком Н.Д. Зелинским. Тогда были открыты многие новые местонахождения, классифицированы

озерные отложения, определены запасы сапропелевого сырья в стране, осуществлены прикладные исследования по использованию сапропелей в топливной и химической промышленности. В 1941–1943 гг. в Свердловске группа ученых во главе с академиком В.Н. Сукачевым поставила ряд опытов по использованию сапропелей как удобрений и в качестве минерально-витаминной подкормки для домашних животных и птицы. Результаты оказались весьма удачными и послужили основой для последующих исследований.

В послевоенное время открытие и разработка богатых месторождений нефти, а затем и газа, и производство на их основе широкого спектра продукции приостановило развитие промышленности химической переработки сапропелей. Это в свою очередь привело к сокращению научно-исследовательских работ в этой области.

В период с 1950 по 1990 г. активные исследования сапропелей проводились в Белоруссии и России. Широкие научные исследования, посвященные изучению генезиса, физико-химических и технологических свойств сапропелей с целью получения дешевых удобрений, различных химических продуктов выполнены Г.А. Евдокимовой, Р.И. Грищуком, М.З. Лопотко, А.П. Пидопличко, А.В. Тишковым и др. Причем, лидерство белорусских ученых в разработке сапропелевой тематики не вызывает сомнения. В Институте торфа АН БССР было проведено детальное и всестороннее исследование сапропелей более 300 озер, что позволило предложить промышленно-генетическую классификацию сапропелей и разработать рекомендации по их широкому использованию в сельском хозяйстве, промышленности, строительстве и других областях хозяйственного комплекса [4].

В Украине изучение озерных отложений проводилось на отдельных водоемах, в основном, в 50-е годы Академией наук УССР. Геологоразведочные работы по изучению запасов сапропелей в Украине начала проводить Киевская геологоразведочная экспедиция с 1980 г. Дальнейшая разведка и изучение залежей сапропелей осуществлялись рядом таких геологических предприятий Украины, как «Севукргеология» и др. За период 1980–1994 гг. были изучены 234 местонахождения в Волынской, Ровенской, Сумской, Черниговской и Киевской областях. Проведенные поисковые работы в Житомирской, Одесской и Херсонской областях не выявили промышленных запасов сапропелей. Результатом этой работы стало издание в 1994 г. «Справочника ресурсов сапропеля Украины», подготовленного ГК Украины по геологии и использованию недр и ГПП «Севукргеология» [7, 8].

Начиная с 2000 г. значительное повышение цен на удобрения для сельского хозяйства при необходимости увеличения производства сельскохозяйственной продукции и все более жесткие экологические требования к ее качеству вызвали необходимость поиска природного ресурса, сравнительно недорогого и отвечающего современным экологическим требованиям, который бы стал альтернативой химическим удобрениям. Таким альтернативным сырьем может стать сапропель. Это вызвало резкий рост интереса к его использованию, а также прикладные и научные разработки по сапропелевой тематике в странах с большими запасами сапропелевого сырья – России, Белоруссии, Латвии и др. В этих странах осуществляется ряд мер по

Запасы озерного сапропеля в Украине
(по данным Государственного комитета по геологии и использованию недр)

Название области	Количество месторождений		Запасы на 1.01.2009 г. в тыс. т.			
	всего	В т.ч. разраб.	Всего		В т.ч. разрабат.	
			A+C ₁	C ₂	A+C ₁	C ₂
ВОЛЫНСКАЯ	190	1	48069	16722	1896	-
КИЕВСКАЯ	2	1	1285	-	576	-
РОВЕНСКАЯ	37	-	6237	1418	-	-
СУМСКАЯ	55	-	1505	4981	-	-
ХАРЬКОВСКАЯ	22	-	-	6456	-	-
ЧЕРНИГОВСКАЯ	2	-	-	60	-	-
Всего по Украине	308	2	57096	29637	2472	-

государственной поддержке и стимулированию производственных и научно-исследовательских работ. К сожалению, в Украине при запасах сапропелей более 86 млн. т. (табл. 1) добыча, использование и переработка находятся на низком уровне, а научно-исследовательские работы практически не ведутся, хотя экономический эффект от их использования в разных областях уже доказан опытом наших соседей.

Комплексность использования сапропелей как сырья обусловлена их уникальными структурными и химическими особенностями.

Происхождение и состав озерных сапропелей. Сапропели – одна из форм донных отложений пресноводных водоемов, образующихся в анаэробных условиях в результате физико-химических и биологических преобразований остатков озерных гидробионтов, при различной степени участия минеральных и органических компонентов терригенного стока. Большое значение в формировании донных отложений имеет фактор проточности озер. Средний годичный прирост отложений колеблется от 1 до 6,6 мм [1]. Возраст сапропелевых отложений в современных озерах не превышает 12 тыс. лет. Сапропелем принято считать отложения пресноводных водоемов с содержанием органического вещества более 15%, при меньшем содержании органического вещества донные отложения рассматриваются как озерные осадки. Состав и свойства сапропелей из различных месторождений колеблются в очень широких пределах, что обусловлено продуктивностью материнского водоема, особенностями поверхностного стока и климатическими условиями.

Внешне сапропель выглядит как желеобразная однородная масса, консистенция которой в верхних слоях приближается к сметанообразной, а в нижних слоях становится более плотной. Отложения не имеют запаха, за исключением отдельных разновидностей с запахом сероводорода. Окраска сапропеля зависит от органического вещества и минеральных примесей. Коричневая, бурая, буро-охристая окраска обусловлены гуминовыми веществами или окисным железом; зеленая, темно-оливковая – присутствием

хлорофилла и кремнекислоты; розовая – присутствием каротина; серая, темно-серая – присутствием карбонатов; голубая – примесью закисного фосфорнокислого железа или марганца [7].

Сапропель состоит из илового раствора, скелета и коллоидного комплекса. В иловый раствор входит вода и растворенные в ней вещества – минеральные соли, низкомолекулярные органические соединения, витамины и ферменты. Скелет сапропеля представляет собой неразложившиеся остатки растительного и животного происхождения, а коллоидный комплекс – сложные органические вещества, которые придают сапропелю желеобразную консистенцию.

Свойства сапропелей определяются тремя главными составляющими: вода, зольная часть (карбонаты, фосфаты, кремнезем, соединения железа и др.) и органические вещества очень сложного и неоднородного состава. Естественная влажность сапропелевых отложений составляет 84–96% (в среднем – 88,4%). Различие влажности объясняется неоднородностью химического состава сапропелей и разным соотношением зольной и органической частей. Чем больше органического вещества в сапропеле, тем выше его влажность. Основную часть удерживаемой сапропелем воды (до 80%) составляет слабосвязанная вода макропор, которая удерживается в материале механически, 12–15% приходится на воду, иммобилизованную внутри рыхлых коллоидов, 8–15% – это физически связанная вода, в том числе 3–5% – прочносвязанная. Свободная вода является средой для развития микробиологических и связанных с ними физико-химических процессов в сапропелях, что приводит к накоплению в них ряда веществ. Сильно развитая удельная поверхность сапропелей способствует развитию процессов химического взаимодействия воды с твердой фазой, что приводит к ее насыщению многими растворимыми органическими и минеральными компонентами. Поэтому химический состав водной фазы озерных отложений отличается более высокой общей минерализацией по сравнению с соответствующей озерной водой, повышенным содержанием отдельных макро- и микроэлементов.

Органическое вещество в сапропелях представлено битумоидами, углеводным комплексом (гемицеллюлозы и целлюлозы), гуминовыми веществами (гуминовыми кислотами, фульвокислотами), негидролизующимся остатком. Содержание органического вещества в сапропелях составляет 15–95% массы сухого вещества. Многообразие природы сапропелеобразователей обусловило появление осадков с различным составом органического вещества. Гуминовые кислоты являются основной группой биологически активных веществ в сапропелях, их содержание в сапропелевых осадках изменяется в больших пределах – от 4–9 до 50–60% от органического вещества. Также в составе органического вещества найдены каротины, хлорофилл, ксантофиллы, стерин, органические кислоты, спирты, гормоноподобные вещества, ферменты, витамины группы В (В₁, В₂, В₆, В₁₂), С, Е, Р и другие соединения. Количество азота в сапропелях различных типов составляет 2,7–6,0% от содержания органического вещества. 25–50% азота входит в состав аминокислот. В сапропелях выделено 17 аминокислот (лизин, аргинин, метионин, лейцин и др.). Содержание гемицеллюлоз – 5–8% от органического вещества.

В сапропелях содержание золы от сухого вещества колеблется в широких пределах – от 7 до 56% и зависит от типа сапропеля. В золе сапропелей содержатся макроэлементы (кальций, фосфор, сера, калий, кремний и др.) и микроэлементы (марганец, медь, кобальт, цинк, бор, молибден, никель, фтор и др.). Микроэлементы входят в органико-минеральные соединения, сорбируются гелями кремнезема, гидроксидами железа. Активными комплекссообразователями являются фракции гуминовых веществ. Они образуют с микроэлементами растворимые и нерастворимые комплексные соединения.

В настоящее время существуют несколько классификационных систем сапропелей, в основу которых положены различные принципы. Многообразие классификаций и типологических характеристик объясняется сложностью их строения, разнообразием и древностью происхождения. Большинство классификаций базируются на соотношении органической и зольной частей сапропелей, а также на соотношении химических соединений последней. Так сапропели можно разделить на четыре типа: кремнистые сапропели (зольность выше 30%, содержание SiO_2 в золе более 30%); карбонатные (зольность выше 30%, содержание CaO в золе более 30%); смешанные (зольность выше 30%, содержание SiO_2 и CaO примерно равное) и органические (зольность менее 30%). В Украине геологические предприятия используют классификацию ПГО «Торфгеология», г. Москва (табл. 2) [7].

На сегодня наиболее распространенными способами добычи сапропеля являются: гидравлический, гидромеханический, грейферный, экскаваторный, шнековый и пневмо-шнековый, точно-вакуумный, всасывающий, скреперно-всасывающий и с помощью запирающего цилиндра.

Добычу и переработку сапропеля на территории Украины ведут буквально несколько предприятий: «Волыньсапрофос» (Волынская обл.), ООО «Сапропель-Центр» и «Добрин» (Киевская обл.). Общий объем добычи по различным источникам составляет от 120 до 200 тыс. т/год. При этом необходимо отметить, что в Белоруссии и России эти работы проводят сотни предприятий разных форм собственности. Кроме того, в этих странах налажен выпуск оборудования для добычи и переработки сапропеля.

Основные экологические требования к технологии извлечения сапропелей – контроль за качеством и уровнем воды в водоеме добычи, а для сырья – содержание тяжелых металлов и радиоактивных веществ (для Украины). Необходима экологическая экспертиза каждого местонахождения для выбора способа добычи сапропеля. Извлечение сапропелей можно рассматривать как техническую мелиорацию озер, в которых заполнение котловин донными осадками составляет от 70 до 90%. Так, например, наиболее крупные местонахождения сапропеля на территории Украины сосредоточены в Волынской области – озера Свитязь, Пулемецкое, Луки, Турское, Ореховое и др., причем в некоторых из них (Луки, Лицемир – Шацкий природный заповедник) донные наслоения сапропеля достигли более 10 метров со слоем воды над ними всего 1,5–3,0 метра. Добыча сапропеля могла бы восстановить гидробиологический режим озер и предотвратить их полное заболачивание.

Сапропели находят широкое применение: 1. Сапропель как удобрение. Урожайность сельскохозяйственных культур после внесения в почву сапропеля как натурального биостимулятора роста растений увеличивается на

Классификация видов сапропеля

Тип	Класс	Вид	Диагностические признаки вида, %				Направление использования
			Зола	Содер. окс.		Биологический и минеральный состав	
				Са	Fe		
1	2	3	4	5	6	7	8
БИОГЕННЫЙ	ОРГАНИЧЕСКИЙ	протококковый	30	8	5	протококковые 35	удобрения, кормовые добавки (кроме торфянистого), лечебные грязи, строительные материалы, клеющие добавки, буровые растворы
		цианофициейный	30	8	5	цианофициейны 35	
		смешанно-водослевый	30	8	5	сумма водорослей 45	
		торфянистый	30	8	5	высших растений 35	
		зоогенно-водорослевый	30	8	5	животных 15	
БИОГЕННЫЙ	КРЕМНИСТЫЙ	диатомовый	65	8	5	диатомовые 35	удобрения
КЛАСТОГЕННЫЙ	ОРГАНО-СИЛИКАТНЫЙ	органо-песчанистый	31-65	8	5	органические остатки 40, кварц 30	удобрения, лечебные грязи
		диатомово-песчанистый	31-65	8	5	диатомовые 20, кварц 30	
		органо-глинистый	31-65	8	5	орг. остатки 40, глинистые минералы 30	
		диатомово-глинистый	31-65	8	5	диатомовые 20, глинистые минералы 30	
	СИЛИКАТНЫЙ	песчанистый	65-85	8	10	кварц 30-50	мелиорант
		глинистый	65-85	8	10	глинистые минералы 30-50	
	КАРБОНАТНЫЙ	КАРБОНАТНЫЙ	органо-известковистый	31-65	8-20	10	орг. остатки 40, кальцит до 20
глинисто-известковистый			31-65	8-20	10	глинистые минералы 30	
известковый			31-65	20	10	орг. остатки 15-20, кальцит 20-40	
СМЕШАННЫЙ	ЖЕЛЕЗИСТЫЙ	органо-железистый	31-65	8	5-10	орг. остатки 15-50, лимонит 5-10	удобрения
		известково-железистый	31-65	8-20	5-10	кальцит до 20, лимонит 5-10	
		лимонитовый	31-65	8	10	лимонит 10	не используется
		сульфидный	31-65	8	10	пирит, марказит 10	

27-46%. Срок действия полезных веществ в сапропелевых удобрениях может равняться 3–7 годам.

2. Рекультивация почв.

3. Применение в медицине, бальнеологии, фармакологии и производстве косметической продукции (грязелечение, получение новых лекарственных и косметических препаратов).

4. Кормовая добавка для птицы.

5. Ветеринарное использование для крупного рогатого скота и свиней.
6. Получение биостимуляторов.
7. Очистка воды, получение сорбентов.
8. Использование в качестве сырья для химической промышленности и производстве стройматериалов.

Сапропель – перспективное сырье для прямого использования в сельском хозяйстве, для химической промышленности, в медицине и для получения на их основе биологически активных препаратов, что доказано зарубежными научными и прикладными исследованиями.

Как вывод – в Украине необходимо стимулирование на государственном уровне изыскательских, научно-исследовательских работ по сапропелевой тематике, а также добычу и комплексное использование сапропелей.

1. *Агроклиматический справочник по Волынской области*. Госиздат с.-х. лит., УССР, 1959. – С. 8-12.
2. АРАН. Ф.7, оп.7, – №3, л.31.
3. *Ларгин И.Ф., Шадрин Н.И.* Геология сапропелевых отложений. Калинин: Калининск. Политех. Ин-т, 1989. – С. 8.
4. *Лопотко М.З.* Сапропели БССР, их добыча и использование. Минск: Наука и техника, 1974. – 208с.
5. *Отчет АН за 1916 г.* Пг. 1916. – С. 326.
6. *Российский государственный архив*. Ф. 660, кат. 2, оп. 3, д. 862, л.с. 44, дат. 1919-1923, 1925-1927, 1930-1938 гг.
7. *Справочник ресурсов сапропеля Украины*. Книга 1. Киев: 1994. – 109с.
8. *Справочник ресурсов сапропеля Украины*. Книга 2. Киев: 1994. – 193с.

Подано інформацію про історію вивчення, склад, особливості, класифікацію, способи видобування, можливості застосування сапропелів, а також відомості про запаси цієї сировини в Україні.

The information on the history of a research, peculiarities, the classification of sapropels, methods of output, likewise the data on reserves of this raw material in Ukraine are given.

Получено 14.03.2011 г.