

ДАСЛЕДАВАННЕ ПРЫРОДЫ КІСЛОТНАСЦІ САПРАПЕЛЯУ ЯК УГНОЙВАЛЬНАЙ СЫРАВІНЫ

Асноўным кірункам практычнага выкарыстання донных адкладаў азёраў з'яўляецца прыгатаванне на іх аснове розных відаў угнаенняў, для чаго прыдатныя сапрапелі ўсіх генетычных тыпаў: арганічныя, крэменязёмістыя, карбанатныя і змяшаныя [1].

Генезіс азёрных асадкаў выключае ўзнікненне і назапашванне забруджальных рэчываў, ПДК якіх прадугледжаны дзеючымі санітарнымі нарматывамі для глебаў: таксічных канцэнтрацый цяжкіх металаў [2], нітратаў, пестыцыдаў, патагеннай мікрафлары і інш., што таксама пацверджана адпаведнымі даследаваннямі. Гэта дазваляе лічыць азёрныя асадкі экалагічна чыстым матэрыялам для прыгатавання сапрапелевых угнаенняў (СУ).

Аднак з прычыны шматстайнасці фактараў асадкаўтварэння ёсць сапрапелі, аграхімічныя ўласцівасці якіх абмяжоўваюць выкарыстанне іх у якасці сыравіны для прыгатавання ўгнаенняў без дадатковых тэхналагічных і аграхімічных прыёмаў (прамарожванне пры вытворчасці СУ, вапнаванне, кампаставанне і г. д.).

Ва ўмовах Беларусі, глебы якой у асноўным характарызуюцца як кіслыя, актуальны прыродаахоўны аспект, звязаны з негатыўным дзеяннем СУ, што маюць павышаную кіслотнасць.

У сапрапелях больш чым 600 азёраў Беларусі (больш за 1200 узораў) была вызначана абменная кіслотнасць — $pH_{ккс}$, якая мае найбольшае практычнае значэнне. Узровень кіслотнасці сапрапеляў вар'іруе ў шырокіх межах: pH змяняецца ад 4,0 да 8,3. Сапрапелі арگان-сілікатнага саставу (арганічныя і крэменязёмістыя) маюць меншыя значэнні pH — 4,0—7,9, чым кальцыйзмяшчальныя асадкі (змяшаныя і карбанатныя) — 6,3—8,3. Найбольш характэрным для ўсёй сукупнасці з'яўляецца дыяпазон 6,0—7,5, г. зн. пераважная колькасць проб мела рэакцыю асяроддзя, блізкую да нейтральнай. Сярод вывучаных узораў да моцнакіслых і кіслых ($pH \leq 5,0$) адносіцца каля 2% сапрапеляў, у асноўным арғанічнага тыпу. Слабакіслае асяроддзе (pH 5,1—5,7) мелі прыблізна 20% арғанічных і 10% крэменязёмістых сапрапеляў.

А. В. Гарблук з сааўтарамі [3] паказалі, што выкарыстанне высокіх дозаў СУ з $pH_{ккс}$ 5,4—5,6 падкісляла глебу, павялічваючы ў ёй колькасць рухомага алюмінію і гідралітычную кіслотнасць (H_r). У даследаваннях [4, 5] таксама адзначаны негатыўныя вынікі выкарыстання СУ з высокай абменнай кіслотнасцю.

Прырода кіслотнасці азёрных асадкаў вывучана недастаткова, таму ўяўлялася мэтазгодным разгледзець залежнасць уплыву кампанентаў іх мінеральнай і арғанічнай складаючай на рэакцыю асяроддзя.

Вялікую цікавасць як больш кіслыя ўяўлялі арған-сілікатныя сапрапелі.

Для вывучэння сувязі паміж прыкметамі саставу і ўласцівасцяў (pH і H_r) донных адкладаў карысталіся карэляцыйным аналізам, што дапушчальна, таму што размеркаванне большасці характарыстык сапрапеляў у аднародных выбарках апраксімуецца нармальным законам [6]. Разгледжаная выбарка прадстаўлена тыповымі сапрапелямі, якія шырока распаўсюджаны ў азёрах рэспублікі і па большасці характарыстык з'яўляюцца найбольш прыдатнымі на ўгнаенні (56 узораў арғанічнага тыпу і 60 — крэменязёмістага).

Вынікі карэляцыйнага аналізу сведчаць пра адсутнасць моцнай сувязі (як прамай, так і адваротнай) паміж валавой колькасцю кампанентаў сапрапеляў і аграхімічнымі паказчыкамі, што пацвярджае склада-

ную ўзаемабумоўленасць саставу і ўласцівасцяў сапрапеляў. Гэта ўскладняе ў шэрагу выпадкаў вызначэнне дакладных і пэўных колькасных заканамернасцяў і дас падставу гаварыць пра іх толькі на якасным узроўні. Таму абмяркоўваюцца выяўленыя карэляцыйныя залежнасці і тэндэнцыі для тых кампанентаў, якія, згодна з існуючымі ўяўленнямі, удзельнічаюць у фарміраванні кіслотнасці глебаў і торфу (табліца).

У гэтым даследаванні зроблена спроба інтэрпрэтаваць атрыманыя даныя з пункту погляду формаў знаходжання элементаў у сапрапелях і асаблівасцяў будовы іх злучэнняў.

Так, вядома, што алюміній прадстаўлены ў донных адкладах пераважна моцнаакрышталізаванымі алюмасілікатамі, устойлівымі ва ўмовах асяроддзя, блізкага да нейтральнага. У пераўтварэнні гліністых мінералаў удзельнічае арганічнае рэчыва (АР) асадкаў [7]. Таму для малазольных сапрапеляў больш, чым для іншых, імаверныя рэакцыі комплексаўтварэння Al з кампанентамі АР, што хоць і робіць нязначную частку злучэнняў алюмінію больш рухомай, але яўна недастатковае для іх прыкметнага ўплыву на рэакцыю асяроддзя. Гэтым растлумачваецца слабая карэляцыйная сувязь паміж Al_2O_3 і pH_{KCl} для арганічных сапрапеляў і адсутнасць яе ў крэменязёмістых, нягледзячы на больш высокую валавую колькасць Al_2O_3 у апошніх.

Карэляцыйныя сувязі кампанентаў саставу з H_r маюць супрацьлеглую (з рН) накіраванасць, паколькі яна вызначаецца ў адрозненне ад абменнай у прамых адзінках. Для большасці паказчыкаў прасочваюцца тыя ж карэляцыйныя тэндэнцыі, што і для рН, якія ўзмацняюцца ў асобных выпадках.

Адваротныя сувязі Al_2O_3 і генетычна звязанага з ім калію (K_2O) з H_r ($r = -0,52$ і $-0,47$ адпаведна) яшчэ раз пацвярджаюць фактычнае знаходжанне Al у азёрных асадках у асноўным ва ўстойлівых гліністых мінералах. Іншыя формы алюмінію ў сапрапелях, у прыватнасці ў арганамінеральных злучэннях з гумінавымі кіслотамі (ГК), і абменных катыёны [8, 9], відаць, удзельнічаюць у рэакцыях замяшчэння і пры вызначэнні H_r у вельмі значнай ступені, паколькі ізаэлектрычная кропка гідраксіду алюмінію, утварэнне якога магчыма пры гідролізе, ляжыць пры рН 8,1 [10], а ўмовы вызначэння H_r — 8,3 [11].

З узаемазвязяў іншых мінеральных кампанентаў сапрапеляў з pH_{KCl} трэба адзначыць рознанакіраванасць іх з валавой колькасцю Fe_2O_3 (і Mn): прамую для арганічных і адваротную для крэменязёмістых. У малазольных сапрапелях высокая доля арганамінеральных комплексаў жалеза з ГК [12]. Рэакцыі выцяснення і абмену для гэтых злучэнняў ва ўмовах слабакіслага і нейтральнага асяроддзя, відаць, складаныя [13]. У больш зольных сапрапелях, у тым ліку і з сілікатным саставам попелу, пры тыповых канцэнтрацыях жалеза асноўнымі яго формамі (як і марганцу) з'яўляюцца высокадысперсійныя гідраксіды і гідракарбанаты (пераважна Fe^{2+}) з рознай ступенню акрышталізаванасці [12, 14]. Пры змяненні акісляльна-аднаўленчых умоў гэтыя злучэнні Fe і Mn, валодаючыя амфатэрнасцю, у слабакіслым асяроддзі набываюць пэўную рухомасць і ўдзельнічаюць у рэакцыях гідролізу і фізіка-хімічнага замяшчэння ў большай ступені, чым арганамінеральныя. М. В. Паповым з сааўтарамі [9] у сапрапелях падобнага саставу адзначана аналагічнае паніжэнне паказчыка pH_{KCl} пры павышэнні колькасці абменных катыёнаў (у тым ліку і жалеза).

Пры вызначэнні H_r аморфныя гідратаваныя злучэнні ў слабашчочным асяроддзі праяўляюць у большай ступені кіслотныя ўласцівасці (ізаэлектрычная кропка гідраксіду Fe ляжыць пры рН 7,1), пасылаючы ў раствор іоны H^+ . Катыёны вадароду звязваюцца з іонамі OH^- у H_2O і абумоўліваюць пры гэтым павелічэнне ў растворы CH_3COOH . Гэта заўважаецца пры вызначэнні H_r і затым адбіваецца ў карэляцыйнай залежнасці Fe_2O_3 (і Mn) з H_r . Такім чынам, гэтыя гаварыць пра ўдзел злучэнняў жалеза ў фарміраванні кіслотнасці сапрапеляў.

Карэляцыйныя сувязі паміж валавой колькасцю кампанентаў саставу аргана-сілікатных сапрапеляў і аграхімічнымі характарыстыкамі (рН і Н_Г)

Паказчык	Характарыстыка саставу сапрапеляў		Кэфіцыент карэляцыі*			
			арганічныя		кременязёмістыя	
	арганічныя	кременязёмістыя	рН _{КСІ}	Н _Г	рН _{КСІ}	Н _Г
Ас, % на сухое рэчыва (СР)	5,5—29,6(18,4±7,2)**	30,2—70,1(45,6±9,3)	0,24	0,07	0,14	—0,13
Al ₂ O ₃ »	0,2—5,6(2,1±1,2)	0,3—8,8(4,5±2,1)	—0,25	—0,20	—0,07	—0,52
Fe ₂ O ₃ »	0,1—8,8(1,9±2,2)	0,8—15,6(4,1±3,1)	0,25	0,18	—0,26	0,53
Мп, мг/кг на СР	12—770(196±176)	52—1935(430±318)	0,11	0,16	—0,13	0,35
СаО, % на СР	0,3—4,5(2,0±0,8)	1,3—7,9(3,0±1,1)	0,34	—0,19	0,31	—0,22
Гумінавыя рэчывы (ГВ), % на АР***	6,7—60,2(36,0±12,6)	21,0—70,5(46,6±11,5)	—0,03	0,06	0,01	0,36
ГК »	11,8—46,1(23,2±7,9)	11,5—48,8(28,8±8,1)	—0,28	0,13	—0,16	0,42
Бітумоіды »	0,5—8,1(4,0±1,7)	0,6—6,2(2,2±1,1)	—0,38	0,53	0,19	0,14
рН _{КСІ}	4,0—7,2(5,7±0,8)	4,5—7,1(6,1±0,6)	—	—0,23	—	—0,53
Н _Г , мг-экв/100 г	12—123(42±21)	10—52(36±17)	—	—	—	—

* Пры ўзроўні верагоднасці 95%; ** у дужках: сярэднія значэнні±стандартнае адхіленне; *** аналіз групавога саставу АР выкананы В. У. Кухарчык і З. М. Фраловай.

Агульнавядома, што злучэнні кальцыю і магнію падшчалочваюць субстраты. Гэта ў поўнай меры справядліва і для сапрапеляў, у іх колькасць СаО і MgO карэлюе з рН. Для органа-сілікатных сапрапеляў, якія характарызуюцца ў цэлым невысокай колькасцю гэтых аксідаў, зафіксавана слабая дадатная сувязь. Для сукупнасці сапрапеляў, што ўключае ўсе генетычныя тыпы, каэфіцыент карэляцыі паказчыка рН_{КС} з колькасцю аксіду кальцыю ўзрастае да 0,7 [6].

Аналізуючы сувязі рН і Н_г з кампанентамі АР, трэба выдзеліць залежнасць паміж імі і колькасцю бітумоідаў у малапопельных сапрапелях. У сапрапелевых бітумоідах, максімальная колькасць якіх адзначана ў асадках з АР макрафітнага (тарфяністага) генезісу [8], вызначаны злучэнні кіслай прыроды — складаныя эфіры і кіслоты тлустага рада [15], па саставу ідэнтычныя з тарфянымі [16]. Аналагічны від сувязі адзначаны і для торфу [17].

Важнейшай часткай АР з'яўляюцца ГК. Ёсць даследаванні [18], якія паказваюць, што актыўная кіслотнасць сапрапелевай залежы вышэй у тых адкладах, АР якіх сфарміравалася за кошт макрафітаў і алахтоннага гумусу. ГК такіх сапрапеляў больш інтэнсіўна (чым, напрыклад, ГК водарасцевага генезісу АР) захопліваюць катыёны з глеевага раствору з аддачай Н⁺, што выклікае паніжэнне рН. Адсюль павінна вынікаць меркаванне пра іх больш высокую і абменную кіслотнасць. Сапраўды, малапопельныя сапрапелі, біялагічны састаў якіх быў вызначаны як тарфяністы, мелі рН_{КС} ад 4,0 да 5,1 і, як правіла, высокі ўзровень ГК — больш за 30% на АР, а ў мінеральнай частцы — нязначную колькасць аксіду кальцыю: 0,7—2% на сухое рэчыва. У шэрагу падобных сапрапеляў метадам ІЧ-спектраскапіі вызначана наяўнасць свабодных СООН-груп, здольных да рэакцый абмену [19]. Прасочваецца аналогія з уласцівасцямі глебавых ГК, у якіх пры слабакіслай і нейтральнай рэакцыях асяроддзя абменаздольнай з'яўляецца частка катыёнаў Н⁺ карбакільных груп [10]. Слабую адваротную сувязь паміж колькасцю ГК і паказчыкам рН для арганічных сапрапеляў можна растлумачыць тым, што разглядаюцца сапрапелі з АР рознага генезісу. Відаць, што ў выбарцы са спецыяльным падборам нізказольных пробаў з дыстрофных вадаёмаў карэляцыйная залежнасць акажацца выражанай больш моцна.

Уплыў гумінавага комплексу (ГР і ГК) на павелічэнне поўнай кіслотнасці (Н_г) можа быць звязана з тым, што ўваходзячыя ў састаў ГР фульфакіслоты маюць павышаную колькасць кіслых функцыянальных груп (СООН), а таксама ўключаюць фенольныя гідракіслы [8], вада-род якіх можа часткова (побач з Н⁺ карбакіслаў) удзельнічаць у шчолачным асяроддзі ў рэакцыях замяшчэння [10].

Такім чынам, фарміраванне адкладаў з павышанай кіслотнасцю вызначаецца сукупным дзеяннем злучэнняў арганічнага і мінеральнага паходжання і абумоўлена складанымі прычына-выніковымі сувязямі.

Паколькі СУ праяўляюць сябе ў паслядзейні (да 3—5 гадоў), можна чакаць пралангаванага падкісляльнага іх дзеяння на глебу ў выпадку выкарыстання ўгнаенняў з павышанай кіслотнасцю. Таму не рэкамендуецца ў якасці ўгнайвальнай сыравіны донныя адклады, абменная кіслотнасць якіх меншая за 5,0 [20].

Высокая кіслотнасць, зафіксаваная ў асобных радовішчах, не выключае, у выпадку неабходнасці, стварэння сыравінных баз на іх аснове, паколькі вядомыя агра-тэхнічныя прыёмы дазваляюць рацыянальна выкарыстоўваць і такія асадкі.

Трэба, аднак, яшчэ раз падкрэсліць: сапрапелі азёраў рэспублікі ў цэлым характарызуюцца аптымальным для развіцця раслінаў узроўнем рН, што з'яўляецца адным з крытэрыяў іх прыдатнасці як сыравіны для прыгатавання ўгнаенняў.

Summary

Exchange acidity—pH (KCl) of Belarus lacustrine sapropels is 4.0—8.3. An increase of exchange and hydrolytic acidity in sapropels of organic silicate composition is determined by a combined action of organic- and mineral substances.

Літаратура

1. Сапропели БССР. Классификация промышленно-генетическая. РСТ БССР 838—91. Мн., 1991.
2. Еўдакімава Г. А., Букач В. М., Будаі Т. К. і інш. // Весці АН БССР. Сер. с.-г. навук. 1989. № 1. С. 46—48.
3. Горблюк А. В., Вашкевич Л. Ф., Свирновский Л. Я. // Торфяная промышленность. 1986. № 7. С. 26—29.
4. Никонов М. Н., Фатчихина О. Е. // Сапропели и их использование. Мн., 1958. С. 48—55.
5. Рубанов В. С., Коршун Н. Н. // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. Мн., 1976. С. 146—156.
6. Курзо Б. В., Богданов С. В. Генезис и ресурсы сапропелей Белоруссии. Мн., 1988.
7. Геохимия озерно-болотного литогенеза / Под ред. К. И. Лукашева. Мн., 1971.
8. Лопотко М. З., Евдокимова Г. А. Сапропели и продукты на их основе. Мн., 1986.
9. Попов М. В., Зеленая О. А., Краснова В. В. // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. Мн., 1976. С. 88—91.
10. Агрохимия / Под ред. В. М. Клечковского и А. В. Петербургского. М., 1967.
11. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1970.
12. Ходасевич А. Л. Формы железа и фосфора в сапропелях и их влияние на эффективность использования сапропелевого сырья: Дис. ... канд. техн. наук. Мн., 1988.
13. Кауричев И. С., Карпучин А. И., Степанова Л. П. // Проблемы почвоведения. М., 1978. С. 73—76.
14. Жуховицкая А. Л., Генералова В. А. Геохимия озер Белоруссии. Мн., 1991.
15. Евдокимова Г. А., Яночкина Л. П., Колоскова Я. В. и др. // Химия твердого топлива. 1984. № 1. С. 79—85.
16. Белькевич П. И., Голованов Н. Г., Долидович Е. Ф. Битумы торфа и бурого угля. Мн., 1989.
17. Лиштван И. И., Король Н. Т. Основные свойства торфа и методы их определения. Мн., 1975.
18. Кольцов А. Б. Современные осадки малых озер Прибалтики и Карелии: Дис. ... канд. геол.-минер. наук. Л., 1978.
19. Евдокимова Г. А., Сенкевич Л. П., Юркевич Е. А. // Химия твердого топлива. 1990. № 6. С. 21—27.
20. ТУ 10 БССР. 01-001-91 (с изменением 1-93) «Удобрения сапропелевые». Мн., 1993.

*Инстытут праблем выкарыстання
прыродных рэсурсаў і экалогіі
АН Беларусі*

*Паступіў у рэдакцыю
01.08.94*