

**RECONCILIATION OF HIGH EFFECTIVE HUMAT-CONTAINING
ORGANO-MINERAL FERTILIZERS***Dzhusipbekov U.Zh., Nurgalieva G.O., Bayakhmetova Z.K.***JSC «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences», Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: zamirabkz@mail.ru*

Abstract. *Introduction.* One of the most effective ways to increase the yield and quality of crops, restore soil fertility is the use of humate-containing organo-mineral fertilizers. *The purpose* of the work is to obtain highly effective humate-containing organo-mineral fertilizers by the interaction of phosphorite and sodium humate in acidic environments. *Methodology.* Methods of chemical and physicochemical analysis were used: infrared spectroscopy, X-ray phase analysis, scanning electron microscopy. *Results and discussion.* The influence of the norm of a mixture of acids (80-110% by stoichiometry) and the amount of sodium humate (100-150 g), temperature (20-60°C) on the interaction process in a complex heterogeneous system "phosphorite - a mixture of phosphoric and nitric acids - sodium humate" was studied. The optimal conditions for obtaining humate-containing organo-mineral fertilizers were determined: the norm of the mixture of acids from stoichiometry is 90%, the amount of sodium humate is 130 g, the temperature is 60 °C. *Conclusion.* It has been established that the addition of sodium humate to the process of decomposition of phosphorite with a mixture of phosphoric and nitric acids inhibits the retrogradation of P₂O₅, increases the coefficients of water-soluble and assimilable forms of phosphorus, reduces the amount of acidic reagent by 10% of the stoichiometry and neutralizes the free acidity of suspensions. On the basis of the conducted studies, humate-containing organo-mineral fertilizers were obtained, containing I eat digestible forms of phosphorus Kusv.> 90% and more than 68% of nutrients.

Key words: sodium humate, phosphorite, phosphoric acid, nitric acid, humate-containing organo-mineral fertilizers

<i>Dzhusipbekov Umirzak Zhumasilovich</i>	<i>Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Dr. of technical sciences, Professor, e-mail: jussipbekov@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2354-9878</i>
<i>Nurgalieva Gulzipa Oryntaevna</i>	<i>Doctor of chemical sciences, e-mail: N_gulzipa@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2659-3361</i>
<i>Bayakhmetova Zamira Kenesbekovna</i>	<i>Cand. of chemical, sciences e-mail: zamirabkz@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7261-2215</i>

**ТИМДІЛІГІ ЖОҒАРЫ ҚҰРАМЫНДА ГУМАТЫ БАР ОРГАНО-МИНЕРАЛДЫ
ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ АЛУ***Жүсіпбеков Ө.Ж., Нұрғалиева Г.О., Баяхметова З.К.***«Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. E-mail: zamirabkz@mail.ru*

Citation: Dzhusipbekov U.Zh., Nurgalieva G.O., Bayakhmetova Z.K. Reconciliation of high effective humat-containing organo-mineral fertilizers. *Chem. J. Kaz.*, 2022, 3(79), 39-49. DOI: <https://doi.org/10.51580/2022-3/2710-1185.78>

Түйіндеме: *Kipicne.* Ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі мен сапасын арттыру, өсімдіктердің сыртқы ортаның қолайсыз факторларына иммунитетін күшейту және топырақтың құнарлығын қалпына келтірудің ең ұтымды әдістерінің бірі құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштарды пайдалану болып табылады. *Жұмыс мақсаты* фосфоритпен натрий гуматын қышқылды ортада әрекеттестіру арқылы тиімділігі жоғары құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштарды алу. *Әдістер.* Алынған өнімнің құрамы мен қасиеттерін зерттеу үшін химиялық және физика-химиялық талдау әдістері: инфрақызыл спектроскопия, рентгенфазалық талдау және растрлі электронды микроскопия қолданылды. *Нәтижелер және талқылау.* Жұмыста «фосфорит – фосфор және азот қышқылдарының қоспасы – натрий гуматы» күрделі гетерогенді жүйесіндегі әрекеттесу үдерісіне қышқылдар қоспасы (стехиометрия бойынша 80-110%) мен натрий гуматының мөлшері (100-150 г), температураның (20-60 °C) әсері зерттеліп, құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштарды алудың оңтайлы жағдайлары анықталды: қышқылдар қоспасының стехиометрия бойынша мөлшері – 90%, натрий гуматының мөлшері – 130 г, температура – 60 °C. Тәжірибе нәтижелері фосфорит пен натрий гуматы минералды қышқылдар қоспасымен әрекеттескен кезде кальцийдің гуматы, дигидрофосфаты мен нитраты түзілетіндігін көрсетті. *Тұжырым.* Фосфоритті фосфор және азот қышқылдарының қоспасымен ыдырату үдерісін натрий гуматын қосу P_2O_5 -тің ретроградациясын тежеп, фосфордың суда ерігіштік және сіңірімділік коэффициенттерін жоғарлататындығы, қышқыл реагентінің мөлшерін стехиометриядан 10% төмендететіндігі және қойыртпаның бос қышқылдығын бейтараптайтындығы анықталды. Жүргізілген зерттеулер негізінде фосфордың сіңірімділік түрінің мөлшері $K_{сін.} > 90\%$, қоректі заттардың жиынтығы 68%-данасатын құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштар алынды.

Түйінді сөздер: Натрий гуматы, фосфорит, фосфорқышқылы, азот қышқылы, құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштар

<i>Жүсіпбеков Өмірзақ</i>	<i>ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, техника ғылымдарының докторы,</i>
<i>Жұмасылұлы</i>	<i>профессор</i>
<i>Нұрғалиева Гүлзипа</i>	<i>химия ғылымдарының докторы</i>
<i>Орынтайқызы</i>	
<i>Баяхметова Замира</i>	<i>химия ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Кеңесбекқызы</i>	

1. Кіріспе

Қазақстанда құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштарды алуға қолайлы табиғи (қоңыр көмір мен фосфорит) және техногенді шикізаттар (фосфогипс және т.б.) бар. Алайда органо-минералды тыңайтқыштар ретінде әртүрлі органикалық заттармен байытылған қоспалар қолданылады. Сондықтан, қоңыр көмір және фосфориттен органо-минералды тыңайтқыштар алудың тәсілдерін жасау керек.

Авторлар [1] фосфатты шикізатты азотқышқылының стехиометриядан төмен мөлшерімен өңдеу үдерісіне құрамында гумусы бар заттарды қосу арқылы органо-минералды тыңайтқыштарды алу әдісін қарастырды. Ал [2, 3] жұмыста аммоний гуматын сұйық карбамидті-аммиакты селитрамен және карбамидпен араластыру арқылы азотты-гумусты тыңайтқыш алынған. [4] әдісте минералды компоненттерді органикалық заттармен құрғақ араластыру арқылы органо-минералды нанотыңайтқыштарды алу тәсілі ұсынылған. Ал [5] жұмыста гуматталған аммофосканың (13:19:19) жоғары агрохимиялық тиімділігі айқындалған.

Сонымен, ғылыми әдебиеттерге жасалған талдау құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштар дайын минералды тыңайтқыштарды немесе тұздарды қоңыр көмірмен немесе гуминді қосылыстармен араластыру арқылы алынатындығын көрсетті. Алайда компоненттердің арасында болатын әрекеттесу үдерісінің заңдылықтары анықталмаған, алынатын өнімнің құрамы мен қасиеттерінің әртүрлі факторлардың әсерінен өзгеруі айқындалмаған. Елімізде құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштарды алу үшін шикізат та, өндірістік база да бар. Алайда, осындай өнімдер шет елдерден сатылып алынады.

Жұмыстың мақсаты фосфорит пеннатрий гуматын қышқылды ортада әрекеттестіру арқылы тиімділігі жоғары құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштарды алу.

2. Тәжірибелік бөлім

Тәжірибе жүргізу үшін Қаратау фосфориті, құрамы (мас. %): P_2O_5 – 24.40; CaO – 42.70; MgO – 2.15; R_2O_3 – 2.58; F – 2.31; CO_2 – 2.47; ылғалдылық – 3.20; қ.к.ж. – 7.15; е.қ. – 13.04 мен Алматы облысы Ой-Қарағай кен орнының қоңыр көмірінен натрий гидроксидімен экстракциялау арқылы алынған натрий гуматы, құрамы (мас. %): гумин қышқылдарының мөлшері (HA^{daf}) – 82.0; C – 32.38; H – 2.97; O – 30.60; N – 1.28; битумдар – 0.60 қолданылды. Қышқылды реагенттер ретінде «х.т.» маркалы реактивтерден дайындалған концентрациясы P_2O_5 бойынша 20% болатын фосфор және 30% азот қышқылдарының қоспасы (фосфор қышқылының бір бөлігі азот қышқылының 20 мас. бөлігіне ауыстырылған) пайдаланылды.

Тәжірибе барысында «фосфорит – фосфор және азот қышқылдарының қоспасы – натрий гуматы» жүйесіндегі әрекеттесу үдерісіне қышқылдар қоспасымен натрий гуматының мөлшерінің, температураның әсері зерттелді. Стехиометрия бойынша мөлшері 80, 90 және 110% болатын қышқылдардың қоспасының Қаратау фосфоритімен әрекеттесуі 20–60 °C температурада 30 мин жүргізілді. Содан кейін фосфат-қышқылды қойыртпаға натрий гуматы (100 г фосфоритке 100–150 г) қосылып, тағы да 30 мин араластырылды, осы қойыртпа 75–80 °C тұрақты салмаққа дейін кептірілді. Дайын өнімнің құрамындағы P_2O_5 барлық түрлерінің, азоттың мөлшері химиялық әдістер [6], гумин қышқылдарының мөлшері [7] бойынша анықталды.

Үлгілердің ИҚ-спектрін алу үшін 0.5–1.0 мг мөлшердегі зат өлшендісі алынып, оған калий бромидін (0.25 мг) қосып мұқият араластырылды және таблеткаға престелді. Дайын өнімнің ИҚ-спектрлері «Specord M-80» екі сәулелі спектрофотометрінде 400–4000 cm^{-1} аймағында жазылды, максималды спектрлік ажыратымдылығы 0.4 cm^{-1} . ИҚ-спектрлердегі жұтылу жолақтарын талдау әдеби деректерге сәйкес жүзеге асырылды [8, 9].

Алынған өнімнің рентгенфазалық талдауы «ДРОН-3» рентгенді дифрактометрінде жасалды. Онда Su_{ka} және So_{ka} – шағылуы, 20 МА ток және 30 кВ кернеу пайдаланылды. Өнімнің идентификациясы эталондық

рентгенограммаларымен және әдебиеттік мәліметтермен салыстыру арқылы жүргізілді [10].

Үлгілердің микроқұрылымы растрлік электронды микроскопия және рентгеноспектрлі микроталдау әдістерінің көмегімен «Oxford instruments» (Англия) фирмасының «Inca energy» энергодисперсті спектрометрінде, «Jeol» (Жапония) фирмасының «Superprobe-733» электронды-зондалық микроанализаторында зерттелді, жеделдеткіш кернеу - 25 кВ, зондтың тоғы - 25 нА.

3. Нәтижелер және талқылау

«Фосфорит – фосфор және азот қышқылдарының қоспасы – натрий гуматы» жүйесіндегі әрекеттесу үдерісін зерттеу кезінде алынған нәтижелер (1-кесте), қышқылдар қоспасының стехиометрия бойынша мөлшері 80%-дан 110%-ға артқанда түзілген органо-минералды тыңайтқыштардың құрамындағы фосфордың барлық түрлерінің мөлшері жоғарлайтындығын көрсетті. Мәселен, натрий гуматының мөлшері 100 г болғанда жалпы P_2O_5 -тің мөлшері 33.20%-дан 39.00%-ға, суда еритін P_2O_5 – 24.80%-дан 31.09%-ға, ал сіңірімді P_2O_5 – 30.60%-дан 36.98%-ға артады. Осы аталған жағдайларда (1-кесте) азоттың мөлшері 4.16%-дан 4.84%-ға артады, ал гуминді қосылыстардың мөлшері 25.11%-дан 22.49%-ға кемиді (1-кесте, 1-сурет). Сонымен, қышқылдар қоспасының стехиометриялық мөлшері 90% болғанда фосфордың, азоттың және гуминді қосылыстардың мөлшері жоғары өнім алуға болатындығы анықталды. 1-кестедегі тәжірибе нәтижелерінен натрий гуматының мөлшерін арттыруалынған өнімдегі P_2O_5 -тің барлық түрлерінің мөлшерін кемітетіндігі анықталды. Мысалы, қышқылдар қоспасының стехиометриялық мөлшері 110% болғанда натрий гуматының мөлшерін 150 грамға жоғарлатқанда жалпы P_2O_5 -тің мөлшері 35.22%-ға, суда еритін P_2O_5 – 29.23%-ға, ал сіңірімді P_2O_5 – 33.83%-ға кемиді. Алайда, P_2O_5 -тің суда ерігіштік коэффициенті 82.99%-ға, ал сіңірімділік коэффициенті 96.05%-ға дейін артады. Өйткені, жүйеде болатын кальций гидрофосфаты гуминді қосылыстардың әсерінен жақсы еритін кальций дигидрофосфатына айналады және әрекеттесу кезінде түзілген кальций гуматы P_2O_5 -тің ретроградация үдерісін тежейді. Гуминді қосылыстардың құрамындағы азоттың үдеріске қатысуына байланысты натрий гуматының мөлшерін арттырған кезде азоттың да мөлшері жоғарлайды. Сонымен, натрий гуматының мөлшерін 130 грамнан жоғарлату алынатын өнімнің сапасына айтарлықтай әсер етпейтіндігі анықталды.

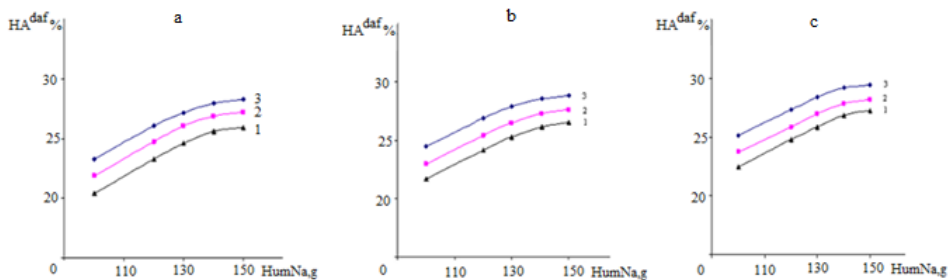
Тәжірибе барысында фосфоритті қышқылдар қоспасымен ыдырату үдерісіне натрий гуматын қосу қойыртпаның бос қышқылдығын төмендететіндігі анықталды.

2-Кесте мен 1-суреттен көрініп тұрғандай, үдерістің температурасын жоғарлатқанда, фосфордың барлық түрінің, азоттың және гуминді қосылыстардың мөлшерінің өсетіндігі анықталды. Мысалы, қышқылдар

қоспасының стехиометрия бойынша мөлшері – 90% болғанда жалпы P_2O_5 -тің мөлшері 35.20%-ға, $N_{ж.}$ – 4.83%-ға, ал HA^{daf} – 27.03%-ға артады.

Кесте 1 – Алынған өнімнің көрсеткіштеріне қышқылды реагент пен натрий гуматының мөлшерінің әсері (60 °C)

Қышқ. мөлш., мас. %	Натрий гумат. мөлш., г	P_2O_5 мөлшері, мас. %			$K_{сұйыр.}$ мас. %		$N_{ж.}$ мас. %	HA^{daf} мас. %	Қоректі зат жиынт. мас. %
		жалпы	сіңір.	суда ер.	сіңір.	суда ер.			
80	100	33.20	30.60	24.80	92.17	74.69	4.16	25.11	62.47
	120	33.01	30.48	24.75	92.34	74.98	4.24	27.35	64.60
	130	32.64	30.20	24.53	92.52	75.15	4.31	28.40	65.35
	140	29.82	27.80	22.72	93.23	76.19	4.57	29.17	63.56
	150	29.00	27.10	22.11	93.44	76.24	4.84	29.49	63.33
90	100	36.60	34.10	28.35	93.17	77.46	4.61	23.71	64.92
	120	35.46	33.12	27.70	93.40	78.12	4.77	25.89	66.12
	130	35.20	33.10	27.53	94.03	78.21	4.83	27.03	67.06
	140	35.06	32.99	27.49	94.09	78.41	4.92	27.85	67.83
	150	34.91	32.89	27.42	94.21	78.54	4.99	28.23	68.13
110	100	39.00	36.98	31.09	94.82	79.72	4.84	22.49	66.33
	120	37.00	35.14	30.33	94.97	81.97	4.95	24.79	66.74
	130	36.51	34.69	29.96	95.02	82.06	5.03	25.89	67.43
	140	36.32	34.55	29.88	95.13	82.27	5.22	26.89	68.43
	150	35.22	33.83	29.23	96.05	82.99	5.37	27.26	67.85



Стехиометрия бойынша: 1 – 110%, 2 – 90%, 3 – 80%, а – 20 °C; б – 40 °C; с – 60 °C

Сурет 1 – Гуминді қосылыстар мөлшерінің натрий гуматының мөлшеріне және температураға байланысты өзгеруі.

2-Кесте мен 1-суреттен көрініп тұрғандай, үдерістің температурасын жоғарлатқанда, фосфордың барлық түрінің, азоттың және гуминді қосылыстардың мөлшерінің өсетіндігі анықталды. Мысалы, қышқылдар қоспасының стехиометрия бойынша мөлшері – 90% болғанда жалпы P_2O_5 -тің мөлшері 35.20%-ға, $N_{ж.}$ – 4.83%-ға, ал HA^{daf} – 27.03%-ға артады. Бұл суспензияның тұтқырлығының төмендеуі мен қышқылдар қоспасының диффузиясының жақсаруы компоненттер арасындағы әрекеттесу үдерісінің

жылдамдығының артуына әсер ететіндігіне байланысты. Температураны 60°C-дан артық жоғарлату азот қышқылының ыдырауына әсер ететіндіктен және қондырғының коррозиялануы артатындықтан тиімсіз болып табылады.

Кесте 2 – Температура мен қышқылдар қоспасының мөлшерінің алынған өнімнің көрсеткіштеріне әсері (натрий гуматының мөлшері – 130 г)

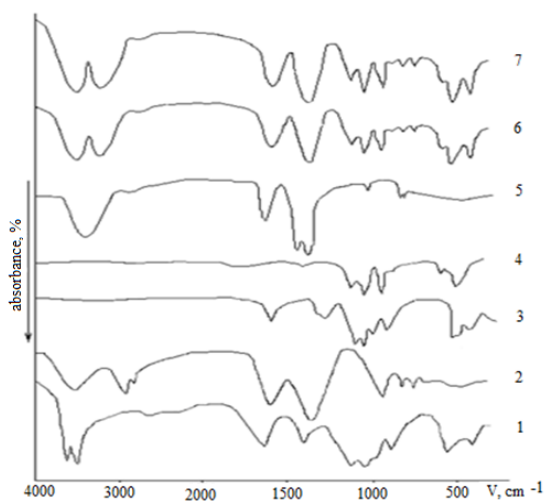
Температура, °C	P ₂ O ₅ мөлшері, мас.%			N _ж , мас. %
	жалпы	сіңір.	суда ер.	
қышқылдар қоспасының стехиометрия бойынша мөлшері – 80%				
20	28.18	25.77	20.14	3.88
40	30.67	28.30	22.60	3.99
60	32.64	30.20	24.53	4.31
қышқылдар қоспасының стехиометрия бойынша мөлшері – 90%				
20	29.35	27.20	22.60	4.12
40	32.73	30.72	25.19	4.27
60	35.20	33.10	27.53	4.83
қышқылдар қоспасының стехиометрия бойынша мөлшері – 110%				
20	30.64	28.83	24.31	4.36
40	33.47	31.82	27.39	4.59
60	36.51	34.69	29.96	5.03

Өнімнің элементтік талдауы (3-кесте) органикалық молекулада жүретін деструкция, тотығу және гидрolitikалық өзгерістеркальций гуматының молекуласындағы алифаттық қосылыстардың мөлшерінің (Н/С=2.36-3.36) артатындығын көрсетті. Азот мөлшерінің артуы өнімдердің биологиялық белсенділігін арттырады. Қышқылдың стехиометриялық мөлшері артқан кезде көміртегінің мөлшері кеміп, ал сутегінің мөлшері артады. Н/С өзгеруі молекуладағы бүйірлік алифаттық тізбектердің мөлшерінің артқандығын және ароматикалық сақинаның өзгергендігін, ал О/С артуы тотығу үрдісінің нәтижесінде құрамында оттек бар функционалды топтардың түзілгендігін көрсетеді. Натрий гуматының мөлшерін өзгерткен кезде сутегінің және көміртектің мөлшері өседі, бұл органикалық молекуладағы деструкция, тотығу және гидрolitikалық өзгерістердің әртүрлі дәрежеде жүруіне байланысты болуы мүмкін.

Кесте 3 – Алынған өнімнің элементтік талдауы

Қышқ. мөлш., мас.%	Натрий гумат. мөлш., г	Салмақтық, %				Атомдық, %				Атомдық қатынас	
		С	Н	N	О	С	Н	N	О	Н/С	О/С
80	100	10.10	2.36	4.25	21.68	17.32	48.66	6.18	27.84	2.81	1.61
	150	12.53	2.47	4.76	18.45	20.80	49.90	6.80	23.00	2.36	1.11
90	100	9.64	2.52	4.78	22.83	15.72	49.51	6.68	28.09	3.15	1.79
	150	11.56	2.60	4.95	19.96	18.60	50.39	6.82	24.22	2.71	1.30
110	100	9.16	2.55	4.86	23.02	14.90	50.00	6.86	28.24	3.36	1.89
	150	10.93	2.78	5.11	21.33	16.88	51.58	6.87	24.68	3.05	1.46

Алынған үлгілердің ИҚ-спектрлерін (2-сурет) талдау түзілген өнімнің құрамының күрделілігін және жүйедегі әрекеттесу нәтижесінде кальцийдің гуматы, дигидрофосфаты және нитраты түзілетіндігін көрсетті [8, 9]. Өнімнің ИҚ-спектріндегі кальций гуматына тән карбоксилат-иондарының $1630-1610$ және $1400-1370$ см^{-1} аймағындағы валенттік тербелістерінің, спирттердің гидроксил топтарының $1130-1100$ және $1090-1070$ см^{-1} аймағындағы деформациялық тербелістерінің, комплексті қосылыстардағы оттегі атомдарының координациялық байланыстарының $930-420$ см^{-1} аралығындағы жұтылу жолақтарының, H_2PO_4^- - иондарының $1110-1100$, $1090-1080$, $920-910$ және $490-420$ см^{-1} аймағындағы, NO_3^- -иондарының $1620-1610$ және $1400-1380$ см^{-1} аймағындағы жұтылу жолақтарымен өзара әсеріне және қабаттасуына байланысты, жұтылу жолақтарының кеңеюі, жоғары немесе төмен жиіліктегі аймаққа ауысуы байқалды, ал HPO_4^{2-} (1620 және 1300 см^{-1}) CH_3^- және $(\text{CH}_2)_4$ -топтарына және H_2PO_4^- -тобына сәйкес жұтылу жолақтары $10-20$ см^{-1} төмен жиіліктегі аймаққа жылжиды.



1 – Қаратау фосфориті, 2 – натрий гуматы, 3 – CaHPO_4 , 4 – $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 5 – $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, алынған өнім: 6 – 100 г натрий гуматын қосқанда, 7 – 150 г натрий гуматын қосқанда

Сурет 2 – Алынған өнімнің ИҚ-спектрлері.

Өнімнің рентгенфазалық талдауы үлгілердің құрамында кальцийдің дигидро- және гидрофосфаты, кальций нитраты болатынын көрсетті (4-кесте). Рентгенограммадағы 4.33 ; 3.64 ; 3.60 ; 3.18 ; 3.07 ; 2.22 Å аймағындағы дифракциялық максимумдар кальций дигидрофосфатына сәйкес келсе, ал 3.48 ; 3.35 ; 3.12 ; 2.48 Å және 3.87 ; 2.56 ; 1.89 ; 1.77 Å аймағындағы

қарқындылығы төмен жолақтар кальций гидрофосфаты мен нитратын сипаттайды [10]. Гуматтың мөлшерін арттырғанда кальций дигидрофосфатының максимумының қарқындылығы жоғарылап, ал гидрофосфатынікі әлсірейтіндігі анықталды.

3-суретте зерттеліп отырған жүйедегі әрекеттесу нәтижесінде алынған өнімнің электронды-микроскоптық суреті көрсетіліп, үлгінің наномөлшерлі және микробөлшектерден (1 мкм-ден аз) құралған агрегаттар мен дәндерден тұратындығы айқындалды, арасында дөңгелек тәріздес бөлшектер де бар.

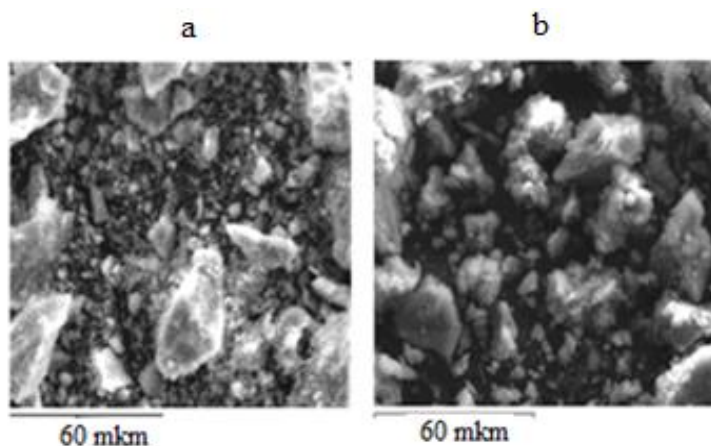
Жүргізілген химиялық және физика-химиялық талдаулар нәтижелері Қаратау фосфориті мен натрий гуматын фосфор және азот қышқылдары қоспасымен ыдырату үдерісі келесі теңдеу бойынша жүретіндігін көрсетті:



(1) теңдеуде көрсетілгендей, кальций ионы ерітіндіден кальций нитраты және кальций гуматы түрінде бөлініп шығады, ал осы реакция кезінде түзілген фосфор қышқылы ыдырамай қалған фосфоритпен әрекеттесуге түседі.

Кесте 4 – Алынған өнімнің рентгенфазалық сипаттамасы

Алынған өнім				CaHPO ₄ [10]		Ca(H ₂ PO ₄) ₂ [10]		Ca(NO ₃) ₂ [10]	
100 г натрий гуматы		150 г натрий гуматы		d _a	I/I ₀	d _a	I/I ₀	d _a	I/I ₀
4.33	10	4.34	15	-	-	4.34	20	-	-
3.87	23	3.87	22	-	-	-	-	3.85	31
3.64	85	3.62	100	-	-	3.63	100	-	-
3.60	75	3.60	82	-	-	3.61	90	-	-
3.48	10	3.47	8	3.48	13	-	-	-	-
3.35	11	3.35	8	3.33	17	-	-	-	-
3.18	16	3.17	20	-	-	3.18	35	-	-
3.12	12	-	-	3.13	20	-	-	-	-
3.07	52	3.07	57	-	-	3.05	60	-	-
2.56	11	2.56	10	-	-	-	-	2.53	14
2.48	12	2.48	9	2.49	15	-	-	-	-
-	-	2.22	11	-	-	2.23	20	-	-
1.89	25	1.89	22	-	-	-	-	1.90	27
1.77	8	1.76	8	-	-	-	-	1.79	10



a – Қаратау фосфориті, b – гумат-фосфатты тыңайтқыш

Сурет 3 – Үлгілердің электронды-микроскоптық суреттері.

4. Қорытынды

Сонымен, жүргізілген зерттеулер нәтижесінде фосфорит пен натрий гуматын қышқылдар қоспасымен ыдырату үдерісінің оңтайлы жағдайлары анықталып, тыңайтқыштық қасиеттері жақсы құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштар алынды. Нәтижелер фосфор қышқылының бір бөлігін азот қышқылымен алмастыру және жүйеге натрий гуматын қосу фосфордың сіңірімділік коэффициенттерін ($K_{\text{сін}} > 90\%$) жоғарлататындығын көрсетті. Натрий гуматының жоғары реакциялық белсенділігі қышқыл реагентінің мөлшерін стехиометриядан 10% төмендететіндігі, бос қышқылдықты бейтараптайтындығы және P_2O_5 -тің ретроградациясын болдырмайтындығы анықталды. Химиялық және физика-химиялық талдау әдістері фосфорит пен натрий гуматы қышқылдар қоспасымен әрекеттескенде кальций гуматы, дигидрофосфаты мен нитраты түзілетіндігін көрсетті. Кальций гуматы органо-минералды тыңайтқыштардың құрамында балласт болмай өнімдердің сапасының жақсаруына әсер етеді. Әрекеттесу нәтижесінде қоректі заттардың жиынтығы 68%-дан астам құрамында гуматы бар органо-минералды тыңайтқыштар алынды.

Қаржыландыру. Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы білім және ғылым Министрлігі ғылым Комитеті бағдарламалық нысаналы қаржыланыру ЖТН BR10965255 «Табиғи шикізат пен өндірістік қалдықтарға негізделген инновациялық көпфункционалды материалдар» бойынша орындалды.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар бұл мақалада өзара мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ГУМАТСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

*Джусипбеков У.Ж.**, *Нургалиева Г.О.*, *Баяхметова З.К.*

АО «Институт химических наук им.А.Б.Бектурова», г. Алматы, Республика Казахстан
E-mail: zamirabkz@mail.ru

Резюме. *Введение.* Одним из наиболее эффективных способов повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур, восстановления плодородия почвы является применение гуматсодержащих органо-минеральных удобрений. *Цель работы* - получение высокоэффективных гуматсодержащих органо-минеральных удобрений путем взаимодействия фосфорита и гумата натрия в кислых средах. *Методы.* Применяли методы химического и физико-химического анализа: инфракрасную спектроскопию, рентгенофазовый анализ и растровую электронную микроскопию. *Результаты и обсуждение.* Изучено влияния нормы смеси кислот (80-110% по стехиометрии) и количества гумата натрия (100-150 г), температуры (20-60°C) на процесс взаимодействия в системе «фосфорит - смесь фосфорной и азотной кислот - гумат натрия». Определены оптимальные условия получения гуматсодержащих органо-минеральных удобрений: норма смеси кислот от стехиометрии - 90%, количество гумата натрия - 130 г, температура - 60° С. *Заключение.* Установлено, что добавление гумата натрия в процесс разложения фосфорита смесью фосфорной и азотной кислот тормозит ретроградацию P₂O₅, повышает коэффициенты воднорастворимых и усвояемых форм фосфора, снижает количество кислотного реагента на 10% от стехиометрии и нейтрализует свободную кислотность суспензий. На основании проведенных исследований получены гуматсодержащие органо-минеральные удобрения, с содержанием усвояемых форм фосфора Кусв.>90% и более 68% питательных веществ.

Ключевые слова: гумат натрия, фосфорит, фосфорная кислота, азотная кислота, гуматсодержащие органо-минеральные удобрения

Джусипбеков Умирзак член-корр. НАН РК, доктор технических наук, профессор
Жумасилович

Нургалиева Гулзипа доктор химических наук
Орынтаевна

Баяхметова Замира кандидат химических наук
Кенесбековна

Әдебиеттер тізімі

1. Панова К.И., Правдин Н.Н. Особенности процесса совместной переработки фосфатного сырья и гумусосодержащих веществ в удобрения. *Изв. С.-Петербург. гос. технол. ин-та*, **2012**, №15(41), 43-46. <http://science.spb.ru/content-iti/15-41-2012>
2. Усанбаев Н.Х., Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Рахматжанов У.Д., Эшимбетов А.Г. Получение азотно-гумусовых удобрений на основе карбамида, окисленного бурого угля и их ИК-спектроскопическое исследование. *Научн. журн.*, **2016**, №9 (30), 1-6. [https://7universum.com/pdf/tech/9\(30\)/Usanbaev.pdf](https://7universum.com/pdf/tech/9(30)/Usanbaev.pdf)
3. Усанбаев Н.Х., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Исследование процессов ступенчатого окисления бурого угля Ангренского месторождения азотной кислотой и получения жидких и твердых органо-минеральных удобрений. *Химич. пром.*, **2014**, 91, № 4. 180-185. <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-azotno-gumusovyh-udobreniy-na-osnove-karbamida-okislenno-go-burogo-uglya-i-ih-ik-spektroskopiches-koe-issledovanie/viewer>
4. Патент 2479559 RU. Способ получения гранулированных органо-минеральных наноудобрений. Донских Н.А. **2013**, <https://www.fips.ru/cdfi/fips.dll/ru?ty=29&docid=2479559>
5. Левин Б.В., Озеров С.А., Гармаш Г.А., Латина Н.В., Гармаш Н.Ю. Повышение агрохимической эффективности комплексных фосфорсодержащих удобрений за счет гуматной добавки. *Питание растений*, **2015**, №2, 2-8. <http://eeca-ru.ipni.net/article/EECARU-2286>

6. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошерович Р.Х. *Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений*. Москва, Наука, **1963**, 360 с. https://www.studmed.ru/kelman-f-n-bruckus-e-b-osherovich-r-h-metody-analiza-pri-kontrole-proizvodstva-sernoy-kisloty-i-fosfornyh-udobreniy_6d1ed0c3e71.html
7. ГОСТ 9517 – 76 (СТ СЭВ 4787-84). Угли бурые и каменные. Методы определения выхода гуминовых кислот. Москва, Госстандарт СССР, **1987**, 5 с. <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/ad0/4294820847.pdf>
8. Орлов Д.С., Гришина Л.А. *Практикум по химии гумуса*. Москва, МГУ, **1981**, 271 с. https://www.studmed.ru/orlov-d-s-grishina-l-a-praktikum-po-himii-gumusa_8caa68f7d7c.html
9. Тарасевич Б.Н. *ИК-спектры основных классов органических соединений*. Москва, МГУ, **2012**, 55 с. http://www.chem.msu.su/rus/teaching/tarasevich/Tarasevich_IR_tables_29-02-2012.pdf
10. Кузнецова Г.А. *Качественный рентгенофазовый анализ. Методические указания*, Иркутск, ИГУ, **2005**, 28 с. <http://window.edu.ru/resource/172/30172>

References

1. Panova K.I., Pravdin N.N. Peculiarities of common treatment process of phosphorous raw materials and humus containing compounds into fertilizers. *Izv. S.-Peterburg. gos.tekhnol.in-t.*, **2012**, No.15(41),43-46. (In Russ.). <http://science.spb.ru/content-iti/15-41-2012>
2. Usanbaev N.KH., Namazov SH.S., Beglov B.M., Rakhmatzhanov U.D., Eshimbetov A.G. Obtainment of nitrogen-humic fertilizers based on urea, oxidized brown coal and their ir-spectroscopic study. *Nauchn. zhurn.*, No. 9 (30), **2016**, 1-6. (In Russ.). [https://7universum.com/pdf/tech/9\(30\)/Usanbaev.pdf](https://7universum.com/pdf/tech/9(30)/Usanbaev.pdf)
3. Usanbaev N.H., Namazov Sh.S., Beglov B.M. Investigation of stepped coal oxidation from Angren deposit in nitric acid and production of liquid and solid organic-mineral fertilizer. *Khimich.prom.*, **2014**, 91. No. 4, 180-185. (In Russ.). <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-azotno-gumusovyh-udobreniy-na-osnove-karbamida-okislenno-go-buro-go-u-glya-i-ih-ik-spektroskopiches-koe-issledovanie/viewer>
4. Patent 2479559 RU. *Sposob polucheniya granulirovannykh organo-mineralnykh nanoudobrenij*. [Method of producing granular organomineral nano-fertilisers]. Donskikh N.A. **2013**, <https://www.fips.ru/cdfi/fips.dll/ru?ty=29&docid=2479559>
5. Levin B.V., Ozerov S.A., Garmash G.A., Latina N.V., Garmash N.YU. Improving the agrochemical efficiency of complex phosphorus-containing fertilizers due to the humate additive. *Pitanie rastenij*. **2015**, No. 2, 2-8. (In Russ.). <http://eeca-ru.ipni.net/article/EECARU-2286>
6. Kelman F.N., Brutskus E.B., Osherovich R.KH. *Metody analiza pri kontrole proizvodstva sernoj kisloty i fosfornykh udobrenij*. [Methods of analysis in the control of production of sulfuric acid and phosphate fertilizers]. Москва, Наука, **1963**, 360p. https://www.studmed.ru/kelman-f-n-bruckus-e-b-osherovich-r-h-metody-analiza-pri-kontrole-proizvodstva-sernoy-kisloty-i-fosfornyh-udobreniy_6d1ed0c3e71.html
7. ГОСТ 9517 – 76 (СТ СЭВ 4787-84). Угли бурые и каменные. [Metody opredeleniya vykhoda guminovykh kislot]. Москва, Gosstandart SSSR, **1987**, 5p. <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/ad0/4294820847.pdf>
8. Орлов Д.С., Гришина Л.А. *Практикум по химии гумуса*. [Workshop on the chemistry of humus]. Москва, МГУ, **1981**, 271p. https://www.studmed.ru/orlov-d-s-grishina-l-a-praktikum-po-himii-gumusa_8caa68f7d7c.html
9. Тарасевич Б.Н. *ИК-спектры основных классов органических соединений*. [IR spectra of the main classes of organic compounds]. Москва, МГУ, **2012**, 55 p. http://www.chem.msu.su/rus/teaching/tarasevich/Tarasevich_IR_tables_29-02-2012.pdf
10. Kuznetsova G.A. *Kachestvennyy rentgenofazovyy analiz. Metodicheskiye ukazaniya*. [Qualitative x-ray phase analysis. Guidelines]. Иркутск, ИГУ, **2005**, 28 p. <http://window.edu.ru/resource/172/30172>