

УДК 547.992+631.878

У. Ж. ДЖУСИПБЕКОВ, Г. О. НУРГАЛИЕВА,  
З. К. БАЯХМЕТОВА, А. С. ТАУБАЕВА

## ПОЛУЧЕНИЕ ГУМАТСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ КАЗАХСТАНА

АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», г. Алматы

*Рассмотрена возможность получения гуматсодержащих органо-минеральных удобрений из фосфорита и гумата натрия фосфорно- и фосфорно-азотнокислотными методами. Показано влияние количества вводимого гумата натрия, нормы кислотного реагента и продолжительности взаимодействия кислот пульпы с гуматом на состав и свойства готовых удобрительных продуктов.*

Гуматсодержащие органо-минеральные удобрения обладают высокой агрохимической эффективностью и мобилизующими по отношению к неусвояемым фосфатам свойствами, что приводит к существенному увеличению содержания водо- и цитратнорастворимых форм фосфора [1]. При этом органо-минеральные удобрения не комкуются, не слеживаются и не теряют рассыпчатости даже при содержании влаги в них до 50%. Все это предотвращает и исключает возможность вымывания элементов питания и позволяет значительно снизить норму внесения в почву питательных веществ. Предложены различные способы получения гуматсодержащих органо-минеральных удобрений. Например, в работах [2, 3] исследованы возможности использования отходов гидролизного и целлюлозно-бумажного производства для получения гуматсодержащих удобрений. Установлено, что компостирование гидролизного лигнина в смеси с корой и осадками сточных вод проходило активно с накоплением до 40-55% растворимых гуминовых соединений. Испытания полученных компостов и некомпостированных смесей показали, что они улучшают физико-химические свойства почв, интенсифицируют всхожесть семян и рост сеянцев сосны и ели, повышают выход стандартного посадочного материала. Авторами работы [4] разработан способ получения органо-минеральных удобрений путем смешения каустобиолитов с минеральными солями. Для снижения вымывания питательных веществ и стабилизации растворимости использован фрезерный торф в количестве 17-23% (с содержанием гуминовых кислот 30-60%) или окисленный бурый уголь в количестве 15-30% (с содержанием гуминовых кислот 50-80%). В качестве минеральной соли применен карбоаммофос, диаммофос, фосфат мочевины, полифосфат аммония или калия, метафосфат калия, способные к образованию комплексных водорастворимых соединений с гуминовыми кислотами каустобиолитов.

Таким образом, анализ литературы показывает, что гуматсодержащие органо-минеральные удобрения получают путем смешения минеральных удобрений или неорганических солей с лигнином, торфом, бурым углем, гуминовыми соединениями. Во всех известных способах готовые удобрения характеризуются низким содержанием  $P_2O_5$ , азота и органических веществ, а также суммой питательных компонентов. В связи с этим, целью данной работы является исследования процесса получения гуматсодержащих органо-минеральных удобрений путем кислотного взаимодействия фосфорита с гуминовыми соединениями.

В качестве исходных компонентов использовались фосфорит Каратау, следующего состава, мас. %:  $P_2O_5$  – 24,40; CaO – 42,70; MgO – 2,15;  $R_2O_3$  – 2,58; F – 2,31;  $CO_2$  – 2,47; влага – 3,20; п.п.п. – 7,15; н.о. – 13,04, гумат натрия, полученный из бурого угля Актюбинского месторождения с содержанием, мас. %: гуминовые кислоты – 72,40; влажность – 15,25; зольность – 29,28, также применялась фосфорная кислота (20% по  $P_2O_5$ ) и смесь фосфорной и азотной кислот (25%).

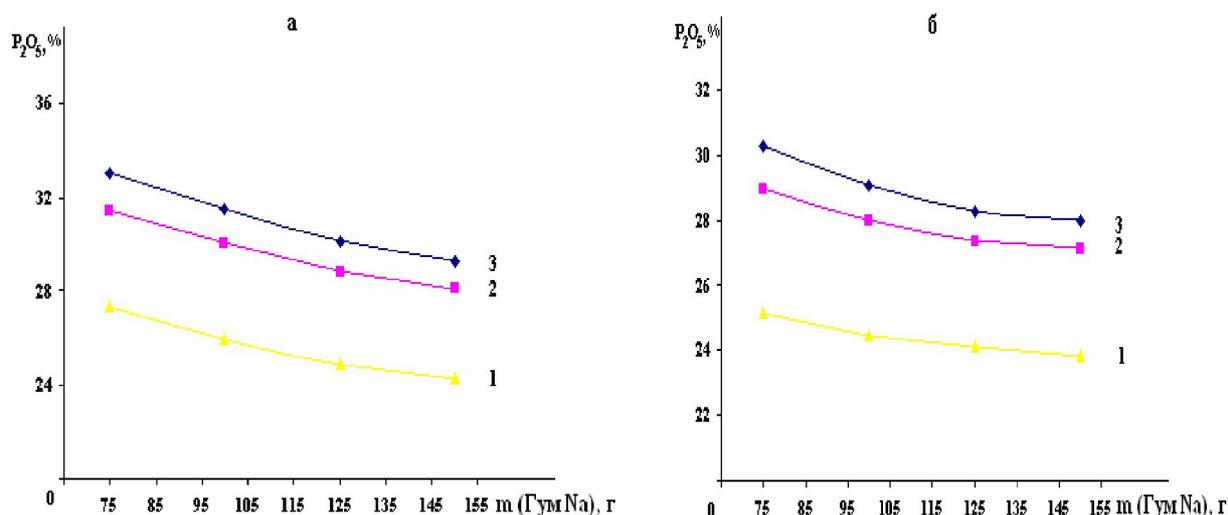
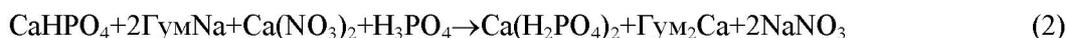
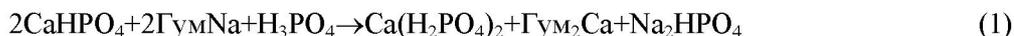


Рис. 1. Зависимость содержания  $P_2O_5$  от количества вводимого гумата натрия:  
 а – фосфорная кислота; б – смесь фосфорной и азотной кислот;  
 1 – воднорастворимая форма  $P_2O_5$ ; 2 – усвояемая форма  $P_2O_5$ ; 3 – общее содержание  $P_2O_5$

Согласно полученным данным (рис. 1) возрастание количества гумата натрия приводит к снижению абсолютных значений всех форм  $P_2O_5$ . При этом их относительные значения, т.е. коэффициенты усвояемости увеличиваются. Так, при взаимодействии фосфорита и гумата натрия с 80% от стехиометрии нормой фосфорной кислоты содержание  $P_2O_{5\text{общ}}$  уменьшается от 33,17 до 29,27%,  $P_2O_{5\text{усв}}$  – от 31,08 до 28,09% и  $P_2O_{5\text{вод}}$  – от 27,29 до 24,30% (рис. 1, а), а с 90% от стехиометрии нормой смеси фосфорной и азотной кислот соответственно – от 30,29 до 28,01%, от 28,96 до 27,17% и от 25,16 до 23,80% (рис. 1, б). При этом коэффициенты усвояемых форм  $P_2O_5$  повышается соответственно до 95,96 отн.% и до 97,0 отн.%, водной форм – до 83,02 и 84,96 отн.%. Вероятно, образовавшийся при разложении фосфорита кислотным реагентом гидрофосфат кальция под влиянием гумата натрия переходит в дигидрофосфат, т.е. введение гумата препятствует процессу ретроградации  $P_2O_5$ . Это способствует возрастанию коэффициентов усвояемых форм фосфора. Данный процесс, возможно, протекает следующим образом:



Как видно из данных табл. 1, повышение количества вводимого гумата натрия способствует увеличению содержания азота и выхода гуминовых соединений. Например, при использовании для получения гуматсодержащих удобрений фосфорной кислоты содержание азота возрастает от 1,48 до 1,63%, выход гуминовых соединений – от 31,13 до 34,30%, а при применении смеси кислот соответственно – от 4,71 до 4,85% и от 32,67 до 35,04%.

На основании проведенных работ установлено, что введение гумата натрия способствует снижению остаточной кислотности пульпы. Качественные показатели полученных продуктов при этом не ухудшаются, что связано с присущими гуминовым соединениям физиологически-активными свойствами.

Таблица 1. Влияние количества вводимого гумата натрия на состав полученных продуктов

Содержание, мас. %	Количество вводимого гумата натрия, г			
	75	100	125	150
Норма фосфорной кислоты – 80% от стехиометрии				
Азот	1,48	1,52	1,58	1,63
Гуминовая кислота	31,13	32,26	33,19	34,30
Норма смеси фосфорной и азотной кислот – 90% от стехиометрии				
Азот	4,71	4,78	4,82	4,85
Гуминовая кислота	32,67	33,20	34,12	35,04

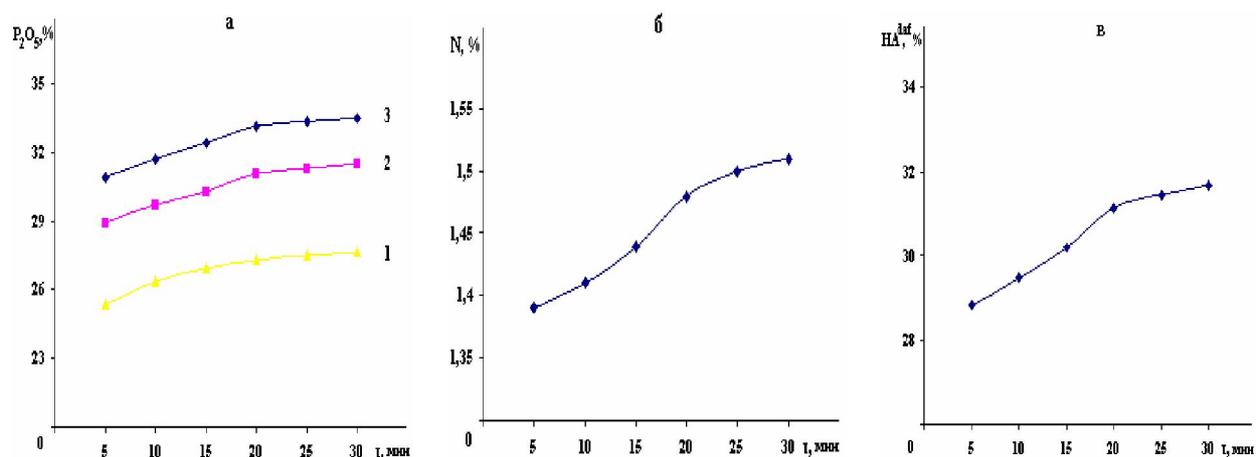
При исследовании процессов получения гуматсодержащих удобрений в зависимости от нормы кислотного реагента выявлено, что увеличение нормы кислотного реагента от 80 до 120% от стехиометрии оказывает положительное влияние на содержание всех форм фосфора (табл. 2). Так, содержание общих форм  $P_2O_5$  в случае применения фосфорной кислоты повышается до 34,95%, усвояемых – до 32,85%, воднорастворимых – до 28,89% и соответственно для смеси кислот до 31,86%, 30,94, 26,82%. Вместе с тем, содержание гуминовых веществ в полученных продуктах снижается соответственно от 31,13% до 29,16% и от 33,71% до 32,03% (табл. 2).

Таблица 2. Изменение характеристики продуктов в зависимости от нормы кислотного реагента

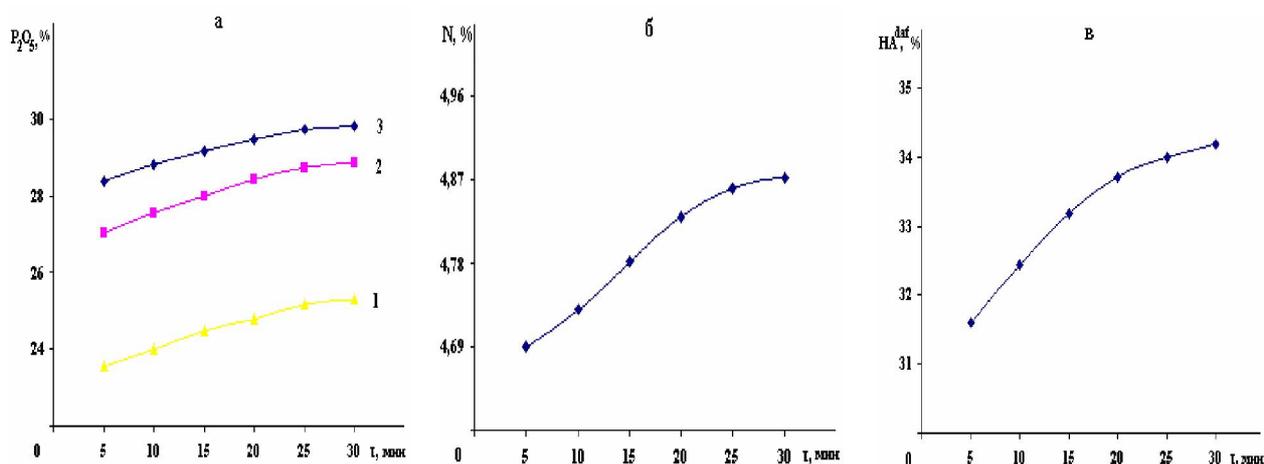
Норма кислотного реагента, % от стехиометрии	Содержание $P_2O_5$ , мас. %			$K_{усв.}$ отн. %		$N_{общ.}$ мас. %	$HA^{daf}$ , мас. %
	общ.	усв.	водн.	усв.	водн.		
Фосфорная кислота (м (ГумNa) – 75 г)							
80	33,17	31,08	27,29	93,69	82,27	1,48	31,13
90	33,79	31,68	27,84	93,75	82,39	1,45	30,41
110	34,86	32,76	28,81	93,97	82,64	1,42	30,00
120	34,95	32,85	28,89	93,99	82,66	1,39	29,16
Смесь фосфорной и азотной кислот (м (ГумNa) – 100 г)							
80	28,89	27,53	23,99	95,29	83,04	4,63	33,71
90	29,09	27,98	24,48	96,18	84,15	4,78	33,20
110	31,39	30,45	26,41	97,00	84,13	4,89	32,44
120	31,86	30,94	26,82	97,11	84,18	4,94	32,03

Как видно из полученных данных (табл. 2), при разложении фосфорита и гумата натрия фосфорной кислотой рост нормы кислотного реагента способствует снижению содержания азота от 1,48% до 1,39%, а при разложении смесью кислот – к его повышению от 4,63% до 4,94%.

Анализ результатов проведенных работ показывает, что время взаимодействия гумата натрия с кислотой пульпой влияет на характеристику получаемых продуктов (рис. 2 и 3). Например, через 5 мин после добавления 75 г гумата в фосфатнокислую пульпу содержание общего  $P_2O_5$  составляет 31,19%, азота – 1,39%, выход гуминовых кислот – 28,81% (рис. 2 а, б и в), а через 30 мин соответственно – 33,49%, 1,51% и 31,68%. Такая же закономерность наблюдается при введении гумата натрия в фосфатно-азотнокислую пульпу (рис. 3, а, б и в). При этом содержание  $P_2O_{5общ.}$  достигает 29,92%, азота – 4,87% и выход гуминовых кислот – 34,19%. Установлено, что в результате этого время разложения фосфатного сырья сокращается на 15–20 мин. Видимо, введение гумата натрия инициирует процесс разложения фосфорита, так как образуется преимущественно дигидрофосфат кальция. Для образования пассивирующей пленки из кристаллов  $Ca(H_2PO_4)_2$  требуется больше времени по сравнению с пленкой из мелких кристаллов  $CaHPO_4$ .



**Рис. 2.** Зависимость содержания  $P_2O_5$ , азота и выхода гуминовых кислот от времени взаимодействия гумата натрия с кислой пульпой (норма фосфорной кислоты – 80% от стехиометрии): а – содержание различных форм  $P_2O_5$ ; б – содержание азота; в – выход гуминовых кислот; 1 – воднорастворимая форма  $P_2O_5$ ; 2 – усвояемая форма  $P_2O_5$ ; 3 – общее содержание  $P_2O_5$



**Рис. 3.** Зависимость содержания  $P_2O_5$ , азота и выхода гуминовых кислот от времени взаимодействия гумата натрия с кислой пульпой (норма смеси кислот – 90% от стехиометрии, m (ГумNa) – 100 г): а – содержание различных форм  $P_2O_5$ ; б – содержание азота; в – выход гуминовых кислот; 1 – воднорастворимая форма  $P_2O_5$ ; 2 – усвояемая форма  $P_2O_5$ ; 3 – общее содержание  $P_2O_5$

Таким образом, результаты проведенных работ показывают возможность получения гуматсо-держающих органо-минеральных удобрений на основе фосфорита и гумата натрия кислотным методом. Установлено, что введение гумата натрия в процесс кислотного разложения фосфатного сырья способствует не только повышению коэффициентов усвояемых и воднорастворимых форм фосфора, но и нейтрализации кислых форм фосфатов без ретроградации фосфора, повышает качество получаемых удобрений и их товарные характеристики.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гуминовые вещества в биосфере / Под ред. Д. С. Орлова. – М.: Наука, 1993. – 237 с.
- 2 Пилогина Л.Г., Кураева Г.М. Органо-минеральные удобрения из отходов химической переработки древесины // Древесное сырье и возможности его комплексного использования: Сб. науч. тр. – Петрозаводск, 1983. – С. 124-146.
- 3 Пат. 2192403 Россия. Способ получения органо-минерального удобрения / Вольчатова И.В., Медведева С.А., Коломиец Э.И., Лобанок А.Г.; опубл. 10.11.02, Бюл. № 13. 3 с.: ил.
- 4 А. с. 1129195. СССР. Способ получения органоминерального удобрения / К.В. Ряпенцев, Л.М. Моногова; опубл. 23.06.84, Бюл. № 15. 3 с: ил.

*Ө. Ж. Жүсіпбеков, Г. О. Нұрғалиева, З. К. Баяхметова, А. С. Таубаева*

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИҒИ ШИКІЗАТЫ НЕГІЗІНДЕ ҚҰРАМЫНДА  
ГУМАТЫ БАР ОРГАНО-МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАР АЛУ

Бұл жұмыста фосфорит пен натрий гуматын фосфор және фосфор-азот қышқылдарымен ыдырату әдістері арқылы құрамында гуматы бар орғано-минералды тыңайтқыштарды алу мүмкіншіліктері қарастырылған. Сонымен бірге натрий гуматының, қышқылды реагенттер мөлшерінің және қышқылды қойыртпаның натрий гуматымен әрекеттесу уақытының әсерлері зерттелді және дайын тыңайтқыш өнімдерінің құрамы мен қасиеті анықталды.

*U. Zh. Dzhusipbekov, G. O. Nurgalieva, Z. K. Bayahmetova, A. S. Taubayeva*

RECEPTION OF HUMATE CONTAINING ORGANO-MINERAL FERTILIZERS  
ON THE BASIS OF NATURAL RAW MATERIALS OF KAZAKHSTAN

The possibility of obtaining the humate containing organo-mineral fertilizers from phosphate and sodium humate and phosphate-phosphorus-nitric acid method is considered. The effect of introducing the sodium humate, norms of acid reagent and the duration of the interaction of acidic pulp with humate on the composition and properties of the finished fertilizing products is showed.