

УДК 631.85.661

**И.Е. Хошимов, Ш.И. Турдалиева,
Ш.С. Намазов, А.Р. Сейтназаров, Р. Раджабов**

Институт общей и неорганической химии АН РУз
Ташкент, Узбекистан

ГРАНУЛИРОВАННЫЙ КОРМОВОЙ МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТ НА ОСНОВЕ ОЧИЩЕННОЙ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ И КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Аннотация. В процессе получения кормового монокальцийфосфата с применением упаренной ЭФК с концентрацией 50.55%, нормой H_3PO_4 – 95%, временем разложения – 15 мин., кратностью ретура 1:0.5 получен гранулированный МКФ состава (вес. %): $P_2O_{5у\text{св.}}$ – 50.45; $CaO_{у\text{св.}}$ – 21.14; F – 0.16; рН – 3.16 с прочностью гранул 2.13 МПа и со степенью образования $Ca(H_2PO_4)_2$ – 95.96%.

**I.E. Khoshimov, Sh.I. Turdialieva,
Sh.S. Namazov, A.R. Seytnazarov, R. Radjabov**
General and Inorganic Chemistry Institute of Academy Sciences of
the Republic of Uzbekistan
Tashkent, Uzbekistan

GRANULATED FEED MONOCALCIUM PHOSPHATE BASED ON PURIFIED WET PROCESS PHOSPHORIC ACID AND CALCIUM- BEARING RAW MATERIALS

Abstract. In the production of feed monocalcium phosphate utilizing evaporated wet process phosphoric acid (WPA) at a concentration of 50.55%, with an H_3PO_4 rate of 95%, a decomposition time of 15 minutes, and a recycle ratio of 1:0.5, the resulting granular MCP composition (wt.%) was as follows: $P_2O_{5dig.}$ – 50.45; $CaO_{dig.}$ – 21.14; F – 0.16; pH – 3.16. The granules exhibited a strength of 2.13 MPa, and the degree of $Ca(H_2PO_4)_2$ formation was 95.96%.

Животноводство – отрасль сельского хозяйства, занимающаяся разведением сельскохозяйственных животных. Животноводство – поставщик костной муки, меха, кожи, шерсти, пуха. По данным Госкомстата РУз, поголовье крупнорогатого скота (КРС) в Узбекистане увеличилось за последние четыре года на 9.2% и достигло на 1 октября 2023 года 13.9 млн. голов. В частности, в 2018 году рост составил 2%, в 2019 году – 1.2%, в 2020 году – 1.8%, а в 2021 году – уже 3.1%. При этом поголовье КРС в дехканских (личных подсобных) хозяйствах выросло с начала 2018 года до конца 2021 года на 6.8% или 12.47 млн.

голов [1]. По состоянию 2022 года большая часть поголовья скота содержится в домашних хозяйствах – 76% крупного рогатого скота, 78% коз и овец, 53% птицы. На их долю приходится 93% молока, 88% мяса и 62% яиц. Животноводческий сектор производит 40.7% сельскохозяйственной продукции в произведенной в стране.

В организме кальций регулирует нервную и мышечную деятельность. В мышцах роль ионов кальция заключается в противодействии фактору, блокирующему аденозинтрифосфат (АТФ) актомиозина. Кальций повышает защитные функции организма, понижая мембранную проницаемость для вредных веществ и усиливая функцию лейкоцитов, а в сочетании с витамином D способствует активации в рубце целлюлозолитических бактерий и сокращению времени расщепления клетчатки [2].

Признаки недостатка фосфора в организме животного могут наблюдаться и при высоком содержании в рационе кальция. Поэтому при составлении кормовых рационов следует учитывать соотношение P:Ca, которое в среднем равно 1.5:2.0 соответственно, а в крови коров содержание фосфора в норме – 1.45-2.0 ммоль/л, а кальция – 2.5-3 ммоль/л.

Ежедневное использование питательных фосфатов в рационе животных способствует нормализацию минерального обмена, сокращению периода ожирения, получению здорового потомства (снижает заболеваемость), содержанию молодняка и профилактике рахита, повышению питательной ценности мяса и повышению прибыльности фермы.

В качестве минеральных добавок часто используют фосфаты кальция – костную муку, фосфатных минеральных солей, не содержащих фтора (моно- и дикальцийфосфат, а также моно- и динатрийфосфаты, моно- и диаммонийфосфаты, мочевинофосфат) [3].

Кормовой монокальцийфосфат (МКФ) – это универсальная добавка для сельскохозяйственных животных, которая содержит фосфор и кальций. Следует отметить, что добавка в корма скота монокальцийфосфата (МКФ) позволяет увеличить живую массу птицы и скоту. При этом обеспечивается увеличение живой массы на 5-12% по сравнению с другими видами кормовых фосфатов, что может послужить важным фактором роста для рынка МКФ [4].

Для получения кормовых фосфатов требуется изначально очистить ЭФК, так как она имеет в своем составе примеси полупрозрачных оксидов и соединения фтора. Ранее авторами тоже были проведены исследования по очистке и концентрированию очищенной ЭФК.

В настоящей работе нами изучен процесс получения гранулированного МКФ на основе нейтрализации очищенной и упаренной ЭФК известняковой мукой (99.5% CaCO₃) в присутствии ретурного продукта (мелкая фракция с размером менее 1 мм). При этом исходная ЭФК имела в своем составе 18.95% P₂O₅, 0.45% F, 0.27% CaO, 0.26% MgO, 0.41% Fe₂O₃, 0.56% Al₂O₃, 2.96% SO₃. Для её очистки: обессульфачивания применяли карбонат стронция марки “хч” (не менее 98% SrCO₃), а для обесфторивания – карбонат натрия (не менее 98% Na₂CO₃).

Упаривание очищенной ЭФК (от 46.01 до 59.41% P₂O₅) проводили под вакуумом при разряжении 0.65 мм рт. ст. Получены образцы гранулированного МКФ путем разложения смеси из CaCO₃ и ретура при различных соотношениях Продукт: Ретур с ЭФК (при 80°C). В опытах количество используемого ретура варьировали от 30 до 70% по отношению к общей массе готового продукта.

Процесс перемешивания реакционной массы длился 60 мин. с применением 46.01% P₂O₅, 15 мин. с применением 50.55% P₂O₅, 10 мин. с применением 55.65% P₂O₅ и 5 мин. с применением 59.41% P₂O₅. Затем грануляцию влажной разрыхленной реакционной массы осуществляли методом интенсивного размешивания и окатывания. Полученные гранулы МКФ сушили в сушильном шкафу при температуре 75-80°C в течение 4-6 часов. В результате получены гранулы округлой формы. Они охлаждались, затем рассеивались по размерам. Гранулометрический состав продукта определяли ситовым анализом. Частицы размером 2-3 мм подверглись замеру на прочность гранул на приборе МИП – 1 методом, разработанным в НИУИФ [5]. В таблице 1 приведен фракционный состав, а в таблице 2 прочность гранул образцов готовых продуктов.

Таблица 1 - Выход фракции гранул образцов монокальцийфосфата в зависимости от нормы и концентрации упаренной экстракционной фосфорной кислоты, кратности ретура

Норма H ₃ PO ₄ , %	Массовое соотношение Продукт: Ретур											
	1:0.3				1:0.5				1:0.7			
	Остаток на сите с отверстиями диаметром (не более, мм), %											
	5 мм	3 мм	2 мм	1 мм	5 мм	3 мм	2 мм	1 мм	5 мм	3 мм	2 мм	1 мм
Концентрация упаренной ЭФК – 46.01% P ₂ O ₅												
100	2.16	65.45	18.26	10.74	2.20	66.24	17.98	10.35	2.42	68.55	16.52	9.95
95	1.36	66.44	18.17	10.04	1.84	68.31	17.56	9.25	1.93	69.60	16.12	9.64
90	1.11	67.39	17.88	9.82	1.31	69.29	16.84	8.74	1.44	71.49	15.11	8.45
Концентрация упаренной ЭФК – 50.55% P ₂ O ₅												

100	1.29	68.12	16.85	9.86	2.02	70.21	15.34	9.06	2.31	70.07	15.11	8.94
95	0.97	70.13	15.65	9.14	1.33	72.17	14.04	8.77	1.55	71.06	14.93	8.72
90	0.85	72.01	14.29	8.23	1.05	73.05	13.78	8.09	1.13	72.13	13.99	8.45
Концентрация упаренной ЭФК – 55.65% P ₂ O ₅												
100	2.89	67.31	17.78	9.69	3.12	66.14	17.84	10.25	3.16	67.51	17.44	10.02
95	2.47	67.25	17.25	9.46	2.88	68.20	16.79	9.35	2.99	69.24	16.12	9.03
90	2.19	69.32	15.76	9.14	2.34	69.08	16.01	9.17	2.56	72.29	14.08	8.63
Концентрация упаренной ЭФК – 59.41% P ₂ O ₅												
100	2.26	68.03	16.77	9.51	2.30	68.13	16.71	9.48	2.43	69.34	15.67	9.83
95	1.15	69.15	15.68	9.11	1.22	70.04	15.09	9.14	1.51	70.19	15.03	8.97
90	0.97	70.11	15.26	8.82	1.07	71.19	14.15	8.25	1.23	71.22	13.94	8.11

Из таблицы 1 видно, что для всех концентрации и норм ЭФК, а также количеств подаваемого ретура основная масса товарной фракции (2-3 мм) составляет более 80%, а мелкая фракция не превышает 10%. Из данных хорошо просматриваются, что как концентрация, так и количество ретура очень мало влияет на товарную фракцию продукта. А уменьшение нормы фосфорной кислоты улучшает выход товарной фракции, но незначительно.

Таблица 2 - Прочность гранул образцов монокальцийфосфата в зависимости от нормы и концентрации экстракционной фосфорной кислоты, кратности ретура

Норма H ₃ PO ₄ , %	Прочность гранул (диаметр гранул 2–3 мм), МПа		
	Массовое соотношение Продукт : Ретур		
	1:0.3	1:0.5	1:0.7
Концентрация упаренной ЭФК – 46.01% P ₂ O ₅			
100	2.07	1.56	2.15
95	2.25	2.14	2.28
90	2.4	2.32	2.35
Концентрация упаренной ЭФК – 50.55% P ₂ O ₅			
100	1.85	1.9	1.86
95	1.94	2.48	2.13
90	2.06	2.65	2.24
Концентрация упаренной ЭФК – 55.65% P ₂ O ₅			
100	1.65	1.69	1.66
95	1.82	2.2	2.06
90	1.97	2.31	2.13
Концентрация упаренной ЭФК – 59.41% P ₂ O ₅			
100	1.5	1.58	1.52
95	1.66	1.79	1.74
90	1.85	1.98	1.86

Относительно высокие прочности гранул наблюдается при применении упаренной ЭФК с концентрацией 46.01% P₂O₅. Чем ниже

норма кислоты тем выше прочность гранул. Самая высокая прочность гранул – 2.65 МПа мы имеем при норме концентрации кислоты 50.55% P_2O_5 и 90% от стехиометрии, соотношении Продукт : Ретур = 1 : 0.5, а самая низкая – 1.5 МПа при норме концентрации кислоты 59.41% P_2O_5 и 100% от стехиометрии, соотношении Продукт : Ретур = 1:0.7 (таблица 2). В любом случае, все они по этому показателю отвечают требованиями сельского хозяйства.

В нашем случае с применением упаренной ЭФК с концентрацией 50.55%, нормой H_3PO_4 – 95%, временем разложения – 15 мин., кратностью ретура 1:0.5 получен гранулированный МКФ состава (вес. %): $P_2O_{5\text{усв.}}$ – 50.45; $P_2O_{5\text{водн.}}$ – 38.02; $CaO_{\text{усв.}}$ – 21.14; $CaO_{\text{водн.}}$ – 14.39; F – 0.16; pH – 3.16 с прочностью гранул 2.13 МПа и со степенью образования $Ca(H_2PO_4)_2$ – 95.96%. А товарная фракция (2-3 мм) составляет более 85%. По требованию ГОСТ 23999-80 продукт соответствует к 2-ому сорту.

Таким образом, показана возможность получения кормового фосфата в виде гранулированного МКФ на основе разложения известняковой муки очищенной и упаренной ЭФК в присутствии ретурного продукта.

Список использованных источников

1. Когда граждане Узбекистана смогут позволить себе есть мясо. <https://anhor.uz/society/meat>
2. Косолапов В.М., Чуйков В.А., Худякова Х.К., Косолапова В.Г. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа. – М.: ООО «Угрешская типография», 2019. – 272 с.
3. Кормовые ресурсы животноводства. Классификация, состав и питательность кормов. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 404 с.
4. И.Е.Хошимов, Ш.И.Турдиалиева, Ш.С.Намазов, Р.Раджабов, А.Р.Сейтназаров, А.М.Реймов. Технология получения гранулированного кормового монокальцийфосфата на основе термической фосфорной кислоты и известняковой муки. // Химическая промышленность. - Санкт-Петербург, 2023. – т. 100. - № 1. – С. 33-47.
5. Турдиалиева Ш.И. Упаренная экстракционная фосфорная кислота и ее физико-химические свойства. 2021. Материалы докладов 85-научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием) – Минск, БГТУ. 1-13 февраля 2021. 47-49с.