

IX. ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

УДК 66.091.1

А. А. Моргун, Р. М. Клименко

ТЕХНОЛОГІЯ СКЛАДНОГО МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА NPK 10:20:20

Сумський державний педагогічний університет ім. А. С. Макаренка

У статті представлено результати дослідження процесу амонізації суміші фосфатної та сульфатної кислот; синтезу мінерального добрива NPK 10:20:20. Встановлено залежність вмісту амонійного нітрогену та загальних фосфатів у добриві від масового відношення SO_3/P_2O_5 .

Ключові слова: *поживні речовини, мінеральне добриво, амонізація, NPK 10:20:20, технологія.*

Вступ. Застосування мінеральних добрив є одним із найважливіших факторів, що сприяють підвищенню врожайності продукції рослинництва. Вагомим фактором підвищення якості сільськогосподарських культур є застосування наряду з основними поживними речовинами також і другорядних елементів, зокрема сульфуру. Відповідно до рекомендацій агрохіміків, для збереження й відновлення родючості ґрунтів необхідне систематичне внесення добрива із збалансованим співвідношенням поживних речовин N:P:K 1:2:2, збагаченого сульфуром [1].

На сьогоднішній день в Україні склалася критична ситуація із забезпеченням сільгоспвиробників якісними мінеральними добривами, що містять другорядні елементи живлення. У зв'язку із цим, дослідження, спрямовані на розробку технології виробництва сульфурвмісних висококонцентрованих мінеральних добрив на основі невідпареної екстракційної фосфатної кислоти (ЕФК), є актуальними та мають вагоме народногосподарське значення.

Метою дослідження була розробка та обґрунтування технологічних основ виробництва нового складного мінерального добрива NPK 10:20:20, збагаченого другорядним поживним елементом сульфуром S.

Матеріали та методи дослідження. Проведення лабораторних досліджень здійснювалось із залученням сучасної прецизійної техніки аналізу; при цьому застосували наступні методи хімічного та фізико-хімічного аналізу:

- колориметричний, гравіметричний, йодометричний, потенціометричний методи: визначення хімічного складу вихідної сировини, технологічних пульп та синтезованого добрива (масова частка нітрогену амонійної форми; фосфатів загальних, водорозчинних, засвоюваних; калію; сульфур у формі сульфатів);
- рентгенофазовий метод: визначення мінералогічного складу синтезованого добрива;
- метод атомно-емісійної спектроскопії: визначення вмісту мікроелементів у синтезованому добриві.

Лабораторні дослідження процесу синтезу мінерального добрива NPK 10:20:20 проводились на установці, що моделює основні стадії процесу. Нейтралізацію розрахункових кількостей розчинів ЕФК, сульфатної кислоти та амоніаку у вигляді аміачної води проводили у два ступені з наступним введенням калієвмісної сировини, у якості якої використовувався калій хлорид. Підготовлену таким чином пульпу висушували у сушильній шафі за температури 80 – 85 °С. Напрацьований в лабораторних умовах зразок добрива у порошкоподібній формі підлягав гранулюванню на пілотній установці гранулятора тарільчатого типу.

Дослідження проводились із застосуванням наступних сировинних компонентів:

- 1) ЕФК: густина 1,301 г/см³; масова частка загальних фосфатів у перерахунку на P₂O₅ 26,3%; масова концентрація загальних сульфатів у перерахунку на SO₃ 25 г/дм³.
- 2) Сульфатна кислота: густина 1,860 г/см³; масова частка H₂SO₄ 93%.
- 3) Аміак водний: густина 0,92 г/см³; масова частка NH₃ 25,1%.
- 4) Калій хлорид: масова частка K₂O 60,1%.

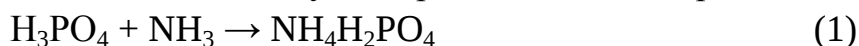
Аналіз проміжних технологічних пульп та синтезованого добрива проводився у відповідності до загальноприйнятих методик [2].

Результати та їх обговорення. Розрахунок сольового складу синтезованого добрива проводився виходячи із завдання отримання пульпи амонізації з максимальною кількістю твердої фази, що забезпечить додаткову кількість центрів кристалізації під час протікання масообмінних процесів на стадії грануляції та сушіння.

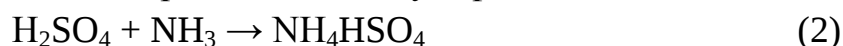
Аналіз діаграми розчинності системи NH₃ – P₂O₅ – H₂O показує, що розчинність фосфатів амонію різного ступеня заміщення залежить від мольного відношення NH₃/H₃PO₄. З початком нейтралізації розчинність фосфатів амонію зменшується та досягає мінімуму у точці NH₃/H₃PO₄=1. Подальше збільшення мольного відношення призводить до зростання розчинності у системі, що досягає свого максимуму при NH₃/H₃PO₄=1,45. Тому для забезпечення міні-

мальної розчинності солей, а отже й максимальної кількості твердої фази у амонізованій пульпі дослідження процесу синтезу мінерального добрива NPK 10:20:20 проводились в умовах мольного відношення $\text{NH}_3/\text{H}_3\text{PO}_4=[1,0\div 1,05]$.

В основу синтезу складного мінерального добрива покладено реакції нейтралізації ЕФК та сульфатної кислоти з наступним збагаченням пульпи калієвмісною сировиною відповідно до наступних рівнянь хімічних реакцій:



В залежності від рН пульпи, в результаті реакції сульфатної кислоти з аміаком утворюється кислий або середній амоній сульфат:



За умови, що фосфатна частина складного мінерального добрива містить у своєму складі переважно моноамонійфосфат, нейтралізація суміші кислот проводиться до кінцевого значення рН 4,0-4,5, що відповідає мольному відношенню $\text{NH}_3/\text{H}_3\text{PO}_4=[1,0\div 1,05]$. Далі наводяться типові технологічні показники процесу синтезу мінерального добрива NPK 10:20:20.

Пульпа I ступеня амонізації: (NP-пульпа)

Густина, г/см ³	1,3 – 1,35
рН	3,0 – 3,5
Масова частка загальних фосфатів у перерахунку на P_2O_5 , %	14,5 – 15,5
Масова частка загальних сульфатів у перерахунку на SO_3 , %	12,5 – 13,5
Масове відношення $\text{P}_2\text{O}_5/\text{SO}_3$	0,85 – 0,9

Пульпа II ступеня амонізації (NPK-пульпа)

Густина, г/см ³	1,35 – 1,4
рН	3,5 – 4,2
Масова частка загальних фосфатів у перерахунку на P_2O_5 , %	11 – 12
Масова частка калію у перерахунку на K_2O , %	11 – 12
Масове відношення $\text{P}_2\text{O}_5/\text{K}_2\text{O}$	0,95 – 1,05
Масова частка амонійного нітрогену N, %	5,5 – 6,0
Масове відношення $\text{P}_2\text{O}_5/\text{N}$	1,9 – 2,1

Розроблений спосіб характеризується застосуванням невивареної вигідратної екстракційної фосфатної кислоти, що є технологічно виправданим при застосуванні на стадії амонізації технічної сульфатної кислоти з концентрацією не менше 92,5%. Проведено дослідження вмісту нітрогену та загальних фосфатів у мінеральному добриві у діапазоні $\text{SO}_3/\text{P}_2\text{O}_5=[0,5\div 1,2]$ при $\text{NH}_3/\text{H}_3\text{PO}_4=[1,0\div 1,05]$; результати наведено на рисунках 1 та 2.

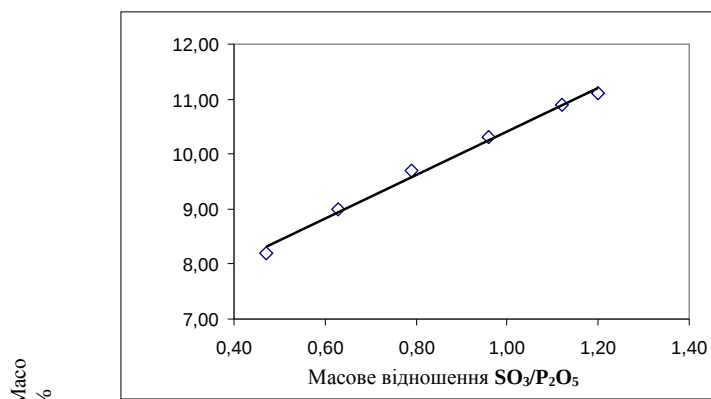


Рис. 1. Залежність масової частки нітрогену у готовому продукті від масового відношення SO_3/P_2O_5

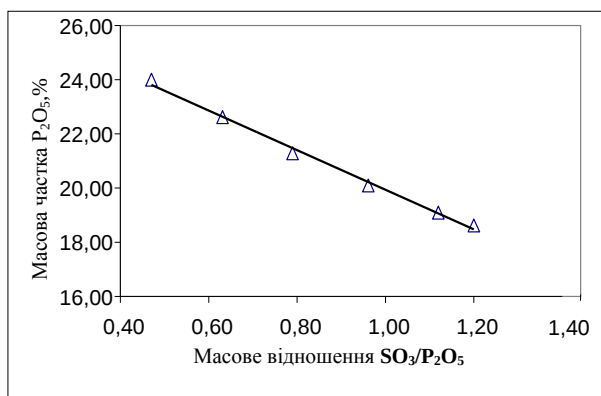


Рис. 2. Залежність масової частки загальних фосфатів у перерахунку на P_2O_5 у готовому продукті від масового відношення SO_3/P_2O_5

Отримані експериментальні дані були оброблені з використанням методу найменших квадратів, в результаті чого встановлено функціональні залежності $M.ч.(N) = f\left(\frac{SO_3}{P_2O_5}\right)$

і $M.ч.(P_2O_5) = f\left(\frac{SO_3}{P_2O_5}\right)$. Сумісне вирі-

шення даних рівнянь дозволяє визначити оптимальний діапазон масового відношення SO_3/P_2O_5 для отримання добрива складу NPK 10:20:20, який становить $0,85 \div 0,9$.

Синтез добрива з при амонізації пульпи до $pH=4,0 \div 4,5$ дозволяє запобігти ретроградації засвоюваної та водорозчинної форм P_2O_5 [5].

Синтезоване у лабораторних умовах добриво за всіма показниками відповідає вимогам ТУ У 24.1–14005076-065-2003 «Добриво складне мінеральне СУПЕРАГРО», зокрема масова частка нітрогену у синтезованому зразку становить 10,2%; масова частка загальних

фосфатів у перерахунку на P_2O_5 20,1% відповідно; масова частка калію у перерахунку на K_2O 20,2%. Вміст загальних сульфатів у перерахунку на S становить 7%. Проведений техніко-економічний розрахунок свідчить про позитивний ефект від виробництва добрива NPK 10:20:20 за пропонованою схемою.

Отримані результати дослідження мають певний теоретичний та практичний інтерес і можуть бути використані при розробці основних технічних рішень по організації виробництва нового добрива.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот). – Л.: Химия, 1974.
2. Сборник методов анализа производства фосфорных минеральных удобрений. – М.: 1982.
3. Кононов А.В., Стерлин В.Н., Евдокимова Л.И. Основы технологии комплексных удобрений. – М.: Химия, 1988.
4. Соколовский А.А., Яхонтова Е.Л. Применение равновесных диаграмм растворимости в технологии минеральных солей. – М.:

Химия, 1982. 5. Виробництво фосфоровмісних мінеральних добрив підприємствами України та їх використання в сільському господарстві: Монографія/В.Г. Заречений, Е.О. Карпович, І.П. Воробйова, С.В. Вакал, М.О. Трофіменко, Є.І.Дмитрієв./ За ред. В.Г.Зареченого. – Суми. – ВТД «Університетська книга», 2004.

РЕЗЮМЕ

Моргун А. А., Клименко Р. Н. Технология сложного минерального удобрения NPK 10:20:20.

В статье представлены результаты исследования процесса аммонизации смеси фосфорной и серной кислот; а также синтеза минерального удобрения NPK 10:20:20. Установлена зависимость содержания аммонийного азота и общих фосфатов в удобрении от массового отношения SO_3/P_2O_5 .

Ключевые слова: питательные вещества, минеральное удобрение, аммонизация, NPK 10:20:20, технология.

SUMMARY

Morgun A. A., Klimenko R. N. Technology of compound mineral fertilizer NPK 10:20:20.

The results of researches of ammonization a mixture phosphoric and sulfuric acids and synthesis of mineral fertilizer NPK 10:20:20 are presented in article. Dependents maintenance of nitrogen and total phosphate in mineral fertilizer from the mass ratio SO_3/P_2O_5 are determinate.

Key words: nutrient substances, mineral fertilizer, ammonization, NPK 10:20:20, technology.