

СИНТЕЗ ОРТОФОСФАТІВ КАЛЬЦІЮ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Пунько І. С., Василенко К. В., Ніколенко М. В.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, Україна
punkarona@gmail.com

На даний момент хімічно чисті ортофосфати кальцію широко використовуються в харчовій промисловості в якості стабілізаторів і регуляторів кислотності, у складі пекарських розпушувачів, фіксаторів кольору і консистенції ковбасних виробів. Також вони використовуються для збільшення вологозв'язуючої здатності білків, що поліпшує текстуру м'ясних і рибних продуктів. Очевидно, що потреба в таких добавках постійна. Сьогодні українська харчова промисловість використовує імпортовані харчові фосфати. В Україні відсутні родовища високоякісної фосфорної сировини і тому харчові фосфати не виробляються. Це спонукає до пошуків шляхів розв'язання проблеми одержання цих солей.

Метою роботи було обрано вивчення процесів синтезу кальцію ортофосфатів та пошук технологічно доцільних умов їх промислового одержання. Результати таких досліджень дозволять розробити вітчизняну технологію одержання фосфатмісних харчових добавок та зменшити залежність економіки країни від закордонних виробників.

Відомим способом одержання хімічно чистих ортофосфатів кальцію є їх хімічне осадження з використанням високочистої ортофосфатної кислоти та хімічно чистої солі кальцію. Достовірно доведено, що в системі $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$ можливе утворення 12 індивідуальних ортофосфатів кальцію з молярним співвідношенням Ca/P в діапазоні від 0,5 до 2,0. Також відомі двофазні, трифазні й навіть мультифазні ортофосфати кальцію, індивідуальні компоненти яких не відділяються один від одного.

В наш час у харчовій промисловості використовують одно-, дво- та тризаміщені ортофосфати кальцію. Для вибору оптимальних умов їх осадження нами були розраховані діаграми розчинності всіх ймовірних осадів в системі $\text{Ca}^{2+}\text{-PO}_4^{3-}\text{-OH}^-$. Було зроблено висновок, що основними формами осадів, що доцільно синтезувати методом хімічного осадження, є дигідрофосфат і гідрофосфат кальцію. Для експериментальної перевірки результатів теоретичних розрахунків нами було синтезовано ряд зразків осадів фосфатів кальцію при постійному значенні рН.

Досліди з осадження проводили при мольному співвідношенні $\text{Ca/P} = 0,5$. В експериментах використовували 1,0 М розчини CaCl_2 і H_3PO_4 , приготовані розчиненням реактивів кваліфікації «х.ч.» у дистильованій воді. Змішування розчинів проводили способом одночасного їх додавання до надлишку ацетатного буферного розчину з $\text{pH} = 3,8$. Перемішування забезпечували пропелерною мішалкою зі швидкістю обертання 300 об/хв. Розчин з осадом розділяли на частини, кожен з яких витримували по 6 годин при різних температурах: 14, 30, 50 та 90 °С. Отримані осадки залишали на 6–72 години в маточному розчині. Осадки відфільтровували під вакуумом, промивали невеликими порціями дистильованої води та висушували у термошафі при 100–110 °С. Фазовий склад осадів досліджували методом РФА.

Аналіз отриманих дифрактограм показав, що при $\text{pH} = 3,8$ основною формою, що осаджується, є $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Відсутність фази $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ можливо пояснити її відносно високою розчинністю у порівнянні з осадом гідрофосфату кальцію. Встановлено, що при старинні осадку $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ можливе його фазове перетворення в менш розчинні форми ортофосфатів кальцію. Тому при синтезі окрім рН і молярного співвідношення Ca/P необхідно контролювати час кристалізації і відстоювання осадів у розчині. Таким чином, проведені експерименти показали, що склад осадів добре співпадає з результатами розрахунків, що дозволяє рекомендувати умови осадження для промислового використання.