

УДК 658.8.012.12

**П.П. Пивоваров**, д-р техн. наук, проф.

**О.В. Мороз**, студ.

## **ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕХОДУ КАЛЬЦІУ В ІОННИЙ СТАН ДЛЯ ІНІЦІУВАННЯ ПРОЦЕСУ ГЕЛЕУТВОРЕННЯ**

*Розглянуто умови розчинення солей кальцію з метою переведення кальцію в іонний стан для утворення альгінових гелів за наявності бівалентних металів.*

*Рассмотрены условия растворения солей кальция с целью перевода кальция в ионное состояние для образования альгиновых гелей в присутствии бивалентных металлов.*

*It has been examined the condition of the dissolving calcium's salts to transfer calcium in a false state for the formation of the alginate heliums in the presence of bivalenad metals.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** На сьогодні все більше постає проблема отримання продуктів з драглеподібною структурою. Для отримання іонотропних драглів використовують альгінат натрію, який за наявності бівалентних металів здатен утворювати термонеоборотні драгли. Ця властивість все ширше використовується в технологіях структурованих продуктів. Найбільш часто використовується як ініціувач золь-гель переходу розчин альгіната натрію [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проведені дослідження закономірностей структуроутворення систем які включають альгінат натрію та кальційвмісну сіль, які було покладено в основу дисертаційних робіт [4; 5].

**Мета та завдання сатті.** Метою даних досліджень було встановлення закономірностей переходу кальцію в іонний стан із метою використання його в іонотропному гелеутворенні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Експеримент заснований на вивченні розчинності різних солей кальцію по зміні електрорушійної сили (ЕРС).

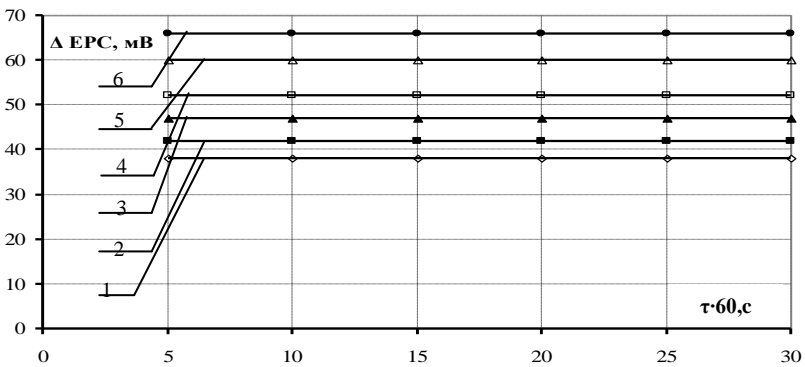
Як джерела кальцію використовували розчини – хлорид кальцію ( $\text{CaCl}_2$ ), лактат кальцію ( $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2$ ), цитрат кальцію ( $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Ca}_3\text{O}_{14}$ ) малорозчинні солі сульфат кальцію ( $\text{CaSO}_4$ ) та нерозчинні солі – карбонат кальцію ( $\text{CaCO}_3$ ), фосфати кальцію ( $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) [1;3].

На рисунках 1-9 наведено динаміку розчинності солей (рис. 1, 3, 5, 7, 8) та залежність розчинності від концентрації (рис. 2, 4, 6, 9) у

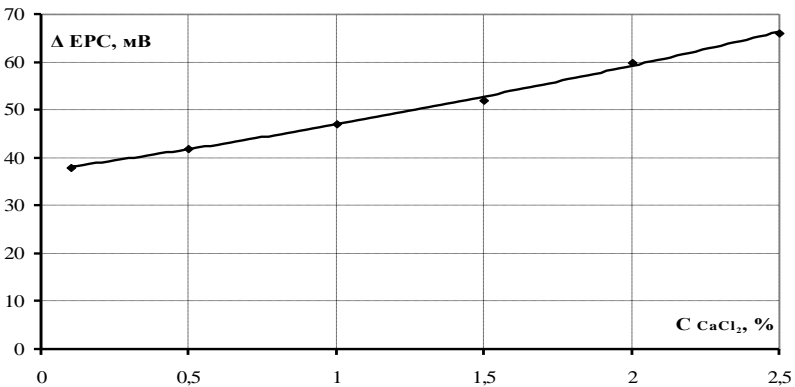
вигляді величини ЕРС. Вимірювання значень ЕРС проводили після досягнення дисперсності рівноважного стану.

Аналіз залежності свідчить, що для розчинних солей характерно практично лінійні залежності ЕРС (рис. 2,4,9) від концентрацій, що дозволяє будувати калібрувальні криві та контролювати кількість іонів кальцію залежно від рецептурної наважки.

Для малорозчинних солей ( $\text{CaSO}_4$ ) характерним є поріг насичення, що свідчить про неможливість прямого контролю кількості цих солей в харчовій системі за ЕРС (рис. 5), так як зі збільшенням концентрації солі величина ЕРС залишається незмінною.



**Рисунок 1 – Динаміка ЕРС розчинів  $\text{CaCl}_2$  за концентрацій:  
1 – 0,1%; 2 – 0,5%; 3 – 1,0%; 4 – 1,5%; 5 – 2,0%; 6 – 2,5%**



**Рисунок 2 – Залежність ЕРС розчинів  $\text{CaCl}_2$  від концентрації (τ = 15 хв)**

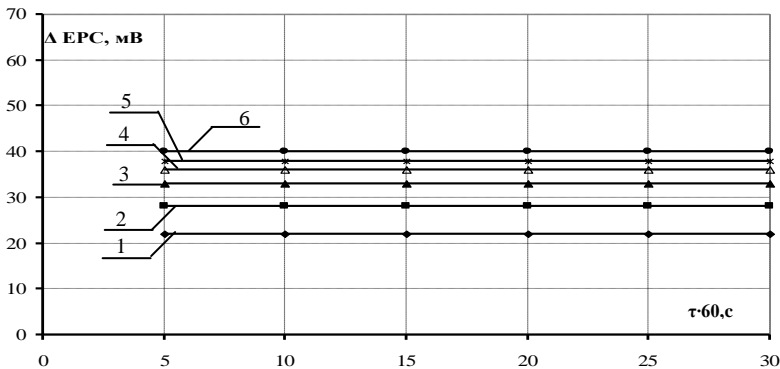


Рисунок 3 – Динаміка ЕРС суспензій  $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2$  за концентрації: 1 – 0,1%; 2 – 0,5%; 3 – 1,0%; 4 – 1,5%; 5 – 2,0%; 6 – 2,5%

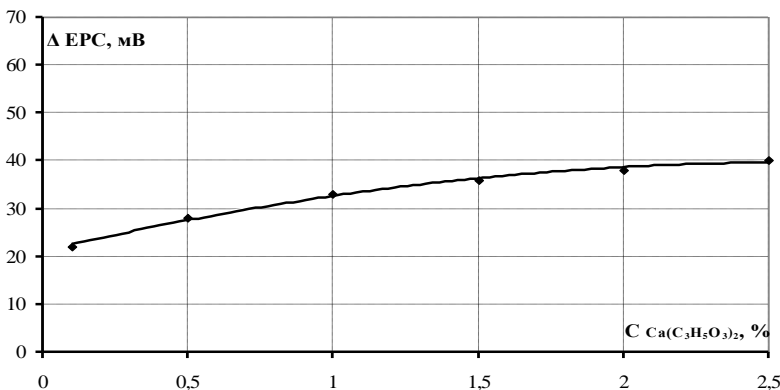
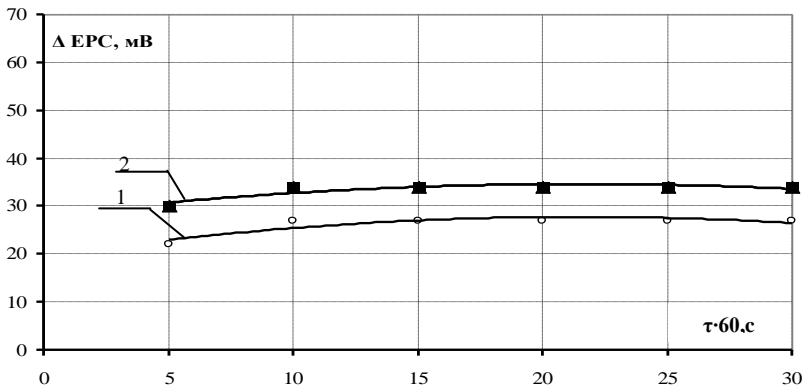


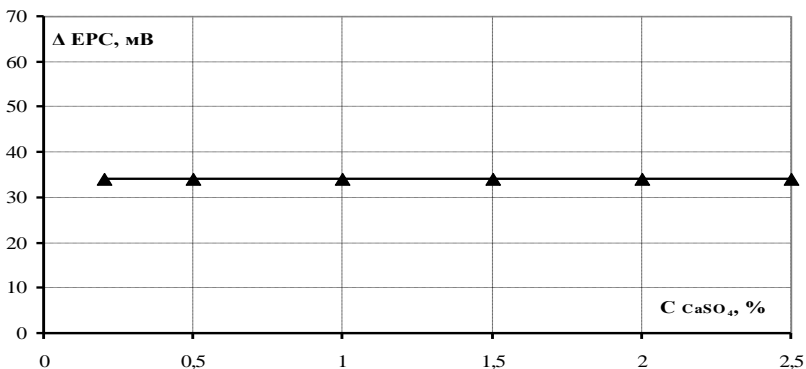
Рисунок 4 – Залежність ЕРС суспензій  $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2$  від концентрації ( $\tau = 15$  хв)

Із даних рис. 5 зрозуміло, що поріг насичення розчину лежить в інтервалі концентрацій 0,1...0,5%, а згідно з літературними даними, він складає 0,2%.

Це свідчить про те, що збільшення концентрації сульфату кальцію понад 0,2 % розчину не раціональне, тому, що далі розчинення припиняється і збільшення катіонів кальцію в системі не відбувається. Дані приведено на рис. 6.

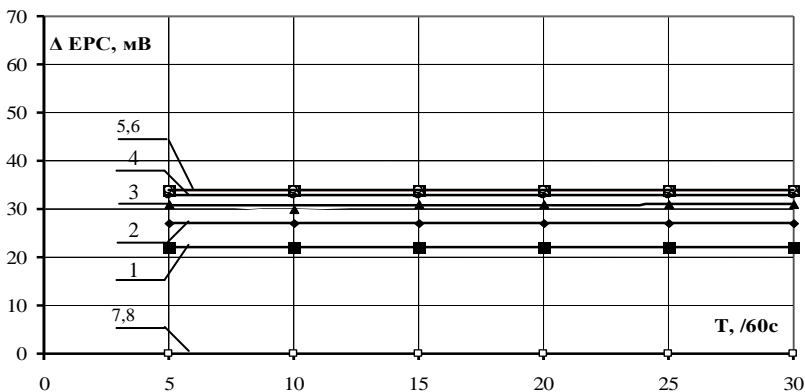


**Рисунок 5 – Динаміка ЕРС суспензій  $\text{CaSO}_4$  за концентрації: 1 – 0,1%, 2 – 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5%**



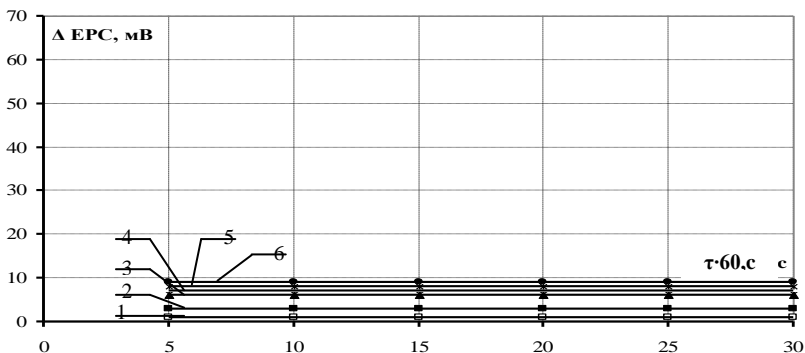
**Рисунок 6 – Залежність ЕРС суспензій  $\text{CaSO}_4$  від концентрації ( $\tau = 15$  хв)**

Але сіль  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  більш розчинна за інших фосфатів та має точку насичення за концентрації 2,0 %. На ділянці від 0,1 до 1,5 % спостерігаємо зростання ЕРС розчину у прямопропорційній залежності, тобто із збільшенням концентрації солі зростає кількість іонів кальцію в розчині. Але за концентрації 2,0 % розчин стає насиченим при подальшому збільшенні концентрації солі зростання ЕРС не відбувається.



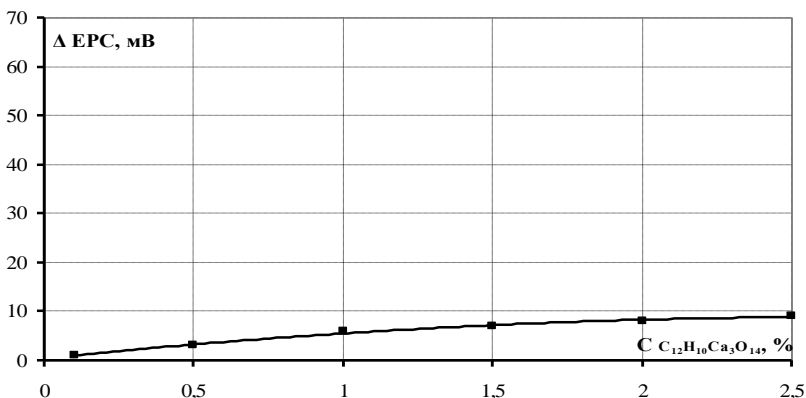
**Рисунок 7 – Динаміка ЕРС суспензій  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  за концентрації: 1 – 0,1%; 2 – 0,5%; 3 – 1,0%; 4 – 1,5%; 5 – 2,0%; 6 – 2,5% та 7; 8 –  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$**

Малорозчинна у воді сіль - цитрат кальцію ( $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Ca}_3\text{O}_{14}$ ) розчиняється краще в порівнянні з сульфатом кальцію ( $\text{CaSO}_4$ ). Але значення ЕРС для розчинів цієї солі нижче в порівнянні з еквіконцентрованими солями  $\text{CaSO}_4$ . Це явище можна пояснити тим, що вміст кальцію в різних солях не однаковий. Динаміка ЕРС суспензій представлена на рис. 8.



**Рисунок 8 – Динаміка ЕРС суспензій  $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Ca}_3\text{O}_{14}$  за концентрації: 1 – 0,1%; 2 – 0,5%; 3 – 1,0%; 4 – 1,5%; 5 – 2,0%; 6 – 2,5%**

Також слід зазначити, що із збільшенням концентрації солі в розчині, ЕРС розчину зростає, а значить і кількість вільних іонів кальцію збільшується. Підтвердженням цього свідчать дані на рис. 9.



**Рисунок 9 – Залежність ЕРС суспензій C<sub>12</sub>H<sub>10</sub>Ca<sub>3</sub>O<sub>14</sub> від концентрації (τ = 15 хв)**

**Висновки.** Таким чином, проведені дослідження дозволили визначити основні закономірності переходу кальцію в іонний стан для ініціювання процесу гелеутворення, що дозволить раціонально встановити співвідношення компонентів системи для утворення необхідної драглеподібної консистенції солодких десертів. Встановлено, що донором іонів кальцію можуть виступати лише розчинні солі. Для того щоб малорозчинні та нерозчинні солі виступали джерелом іонів кальцію необхідні додаткові дослідження.

*Список літератури*

1. Березов, Т. Т. Биологическая химия [Текст] : учебник [для студ. мед. ин-тов] / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровин; под ред. С. С. Дебова. – М. : Медицина, 1990. – 528 с.
2. Кричман, Е. С. Новое поколение пищевых волокон [Текст] / Е. С. Кричман // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2004. – № 1. – С. 21.
3. Применение полисахаридных гидрогелей в производстве пищевых продуктов [Текст] / С. В. Талабаева, В. М. Соколова, И. А. Кандикова [и др.] // Проблемы экологии и рационального природопользования дальнего Востока: 4-я Региональная конференция, 21–22 ноября 2000 г. : [тезисы докл.]. – Владивосток: ВГУЭиС, 2000. – С. 176–177.
4. Пивоварова, О. П. Технологія напівфабрикатів реструктурованих на основі печериць [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / О. П. Пивоварова. – Х., 2009. – 274 с.
5. Рябець, О. Ю. Технологія аналогу ікри чорної з використанням альгінату натрію [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / О. Ю. Рябець. – Х., 2008. – 284 с.

Отримано 31.03.2010. ХДУХТ, Харків.  
 © П.П. Пивоваров, О.В. Мороз, 2010.