

## **ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАТРАВКИ НА ЕФЕКТИВНІТЬ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ФРУКТОЗИ**

*В.Г.Мирончук, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій*

*С.Ю. Лементар, кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій*

*О.А. Єщенко, кандидат технічних наук, кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій*

*Наведено результати досліджень щодо визначення впливу гранулометричних та кількісних параметрів кристалічної затравки на швидкість процесу кристалізації фруктози та її якість. Встановлено, що використання однорідних дрібнодисперсних кристалів затравки істотно зменшує час кристалізації фруктози з високофруктозних сиропів різного ступеня чистоти та підвищує якість кінцевого продукту.*

*Ключові слова: фруктоза, затравка, масова швидкість кристалізації, розмір кристалів, чистота високофруктозного сиропу.*

*Приведены результаты исследований по определению влияния гранулометрических и количественных параметров кристаллической затравки на скорость процесса кристаллизации фруктозы и ее качество. Установлено, что использование однородных мелкодисперсных кристаллов затравки существенно уменьшает время кристаллизации фруктозы из высокофруктозных сиропов разной степени чистоты и повышает качество конечного продукта.*

*Ключевые слова: фруктоза, затравка, массовая скорость кристаллизации, размер кристаллов, чистота высокофруктозного сиропа.*

*The results of studies to determine the impact of granular and quantitative parameters of the crystal seed to speed the process of crystallization of fructose and its quality. Found that the use of homogeneous fine seed crystals significantly reduces the time of crystallization of fructose from high-fructose syrups of different degree of purity and enhances the quality of the final product.*

*Keywords: fructose, seed, mass rate of crystallization, crystal size, purity high-fructose syrup.*

В практиці кристалізації охолодженням сахаристих речовин, зокрема глюкози та фруктози, використовується в якості затравки частина утфелю від попередньої кристалізації [1-5]. Разом з тим, вплив гранулометричного складу та вмісту кристалів затравки на швидкість кристалізації та кінцеві характеристики цільового продукту вивчені недостатньо. Завданням даної роботи було з'ясувати залежність швидкості кристалізації фруктози від

початкового розміру кристалів та їх вмісту в утфелі. Досліди проводилися як з чистими фруктозними сиропами ( $\chi = 99,8 \%$ ), так і високофруктозними сиропами промислової чистоти ( $\chi = 91 - 96 \%$ ). Метою досліджень було знаходження раціональних характеристик затравки для найбільш інтенсивної кристалізації фруктози. За критерій раціональності взято комплексний показник, який враховує:

- досягнення максимально можливого ступеня виснаження міжкристального розчину за умов мінімізації тривалості процесу;
- мінімізацію часу центрифугування;
- забезпечення необхідної площі поверхні кристалів для досягнення максимально можливої швидкості кристалізації.

Для визначення характеру впливу розміру та вмісту затравочних кристалів на масову швидкість кристалізації фруктози нами проведені відповідні дослідження. В кожній серії дослідів розміри затравочних кристалів змінювали від 0,1 до 0,4 мм при загальному їх вмісті 5% до маси сиропу. Кристалізацію проводили при поступовому зниженні коефіцієнту пересичення від 1,25 на початку процесу до 1,1 в кінці за умов тривалості процесу 45 годин для 1 продукту та 75 годин – 2 продукту. Результати досліджень показали, що при зменшенні розмірів затравочних кристалів, масова швидкість кристалізації ( $V_{\text{мас}}$ ) фруктози істотно зростає.

Таблиця 1.

Залежність масової швидкості кристалізації фруктози від розміру кристалів затравки

Температура, °C	Масова швидкість кристалізації, $V_{\text{мас}} = 10^{-3}$ кг/ год							
	$\chi = 95,3 \%$				$\chi = 91,7 \%$			
	0,4 мм	0,3 мм	0,16 мм	0,1 мм	0,4 мм	0,3 мм	0,16 мм	0,1 мм
20	9,64	10,15	11,25	12,61	5,29	5,57	6,18	6,92
30	7,31	8,20	9,35	10,46	4,05	4,54	5,18	5,79
40	5,40	6,28	7,79	8,72	3,16	3,68	4,57	5,11
50	3,63	4,50	5,65	6,32	2,13	2,63	3,30	3,70

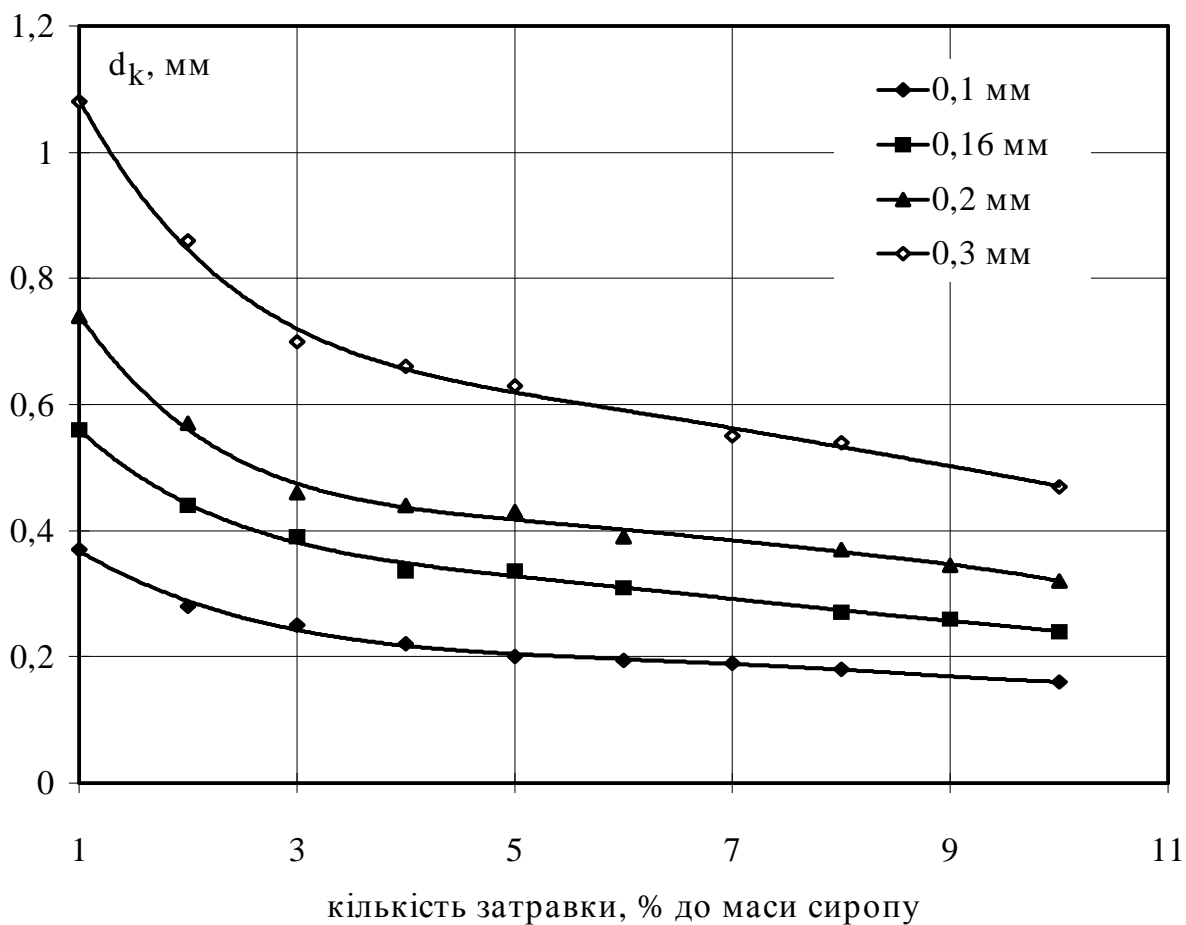
Збільшення масової швидкості кристалізації при використанні затравочних кристалів розміром 0,1 мм в порівнянні з кристалами 0,3 мм складає 40 – 42 % при коефіцієнті пересичення 1,2 – 1,25 та 23 – 25 % при  $K_p = 1,1 - 1,12$ , 5 – 7 % при  $K_p = 1,03 - 1,05$ . Зростання  $V_{\text{мас}}$  за час кристалізації складає 22 – 24 %.

Результати досліджень наведено в табл. 1. Скорочення терміну кристалізації 1 продукту при використанні затравочних кристалів 0,1; 0,16 мм, в порівнянні з затравкою розміром 0,3; 0,4 мм становить, відповідно, 22%;26 % та 17%;31%. Для 2 продукту – відповідно 24%;28% та 16%;30%.

На основі отриманих результатів нами розрахована залежність кінцевого розміру кристалів та часу кристалізації фруктози від кількості, розміру кристалів затравки та масової швидкості кристалізації, за умови, що утворення

нових кристалів відсутнє. Для експериментальної перевірки результатів розрахунків, нами проведені дослідження, в процесі яких змінювалися як розмір затравочних кристалів в межах 0,1–0,3мм, так і їх кількість в межах 1–10% до маси сиропу.

Результати цих експериментів показали адекватність аналітичних розрахунків та отриманих експериментальних даних. Аналіз гранулометричного складу кристалів фруктози показує, що середній розмір кінцевих кристалів змінюється, як показано на рис. 1.



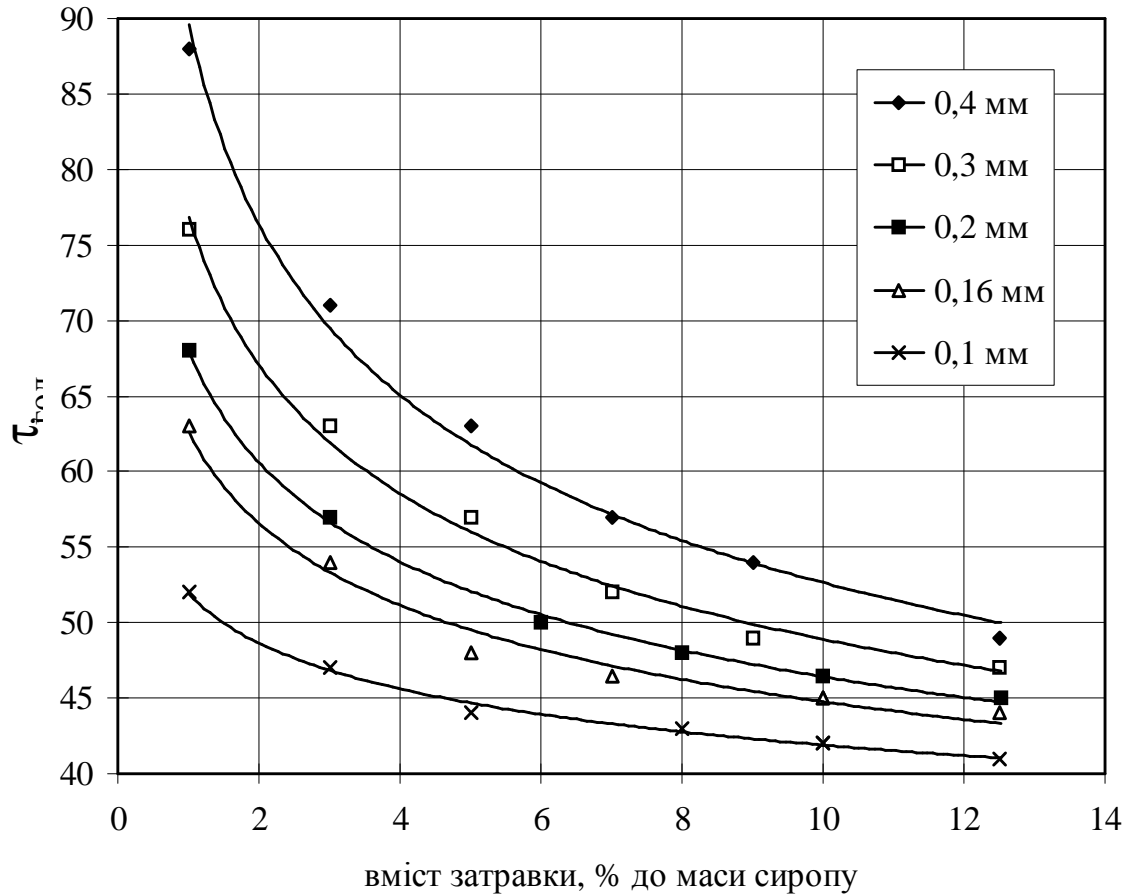
**Рис.1.** Залежність розміру кристалів фруктози в кінці кристалізації від розміру та кількості кристалів затравки.

Дослідження кристалічної фруктози, виробленої основними експортерами цього продукту (США та Фінляндія), показали, що середній розмір її кристалів становить 0,4 – 0,5 мм. Для досягнення такого розміру кристалів кінцевого продукту існує декілька варіантів поєднання кількості та розміру затравочних кристалів, рис. 1.

Типова технологічна схема, передбачає внесення 8 – 10 % кристалів розміром 0,3 – 0,32 мм. При цьому викристалізовується 350 – 370 г/ кг сиропу, а міжкристалльний розчин в кінці процесу неповністю виснажений. З наших досліджень видно, рис.1., що аналогічний кінцевий розмір кристалів

досягається при внесенні 3 – 5 % затравочних кристалів розміром 0,2 – 0,22 мм чи 2 – 3 % кристалів розміром 0,15 – 0,17 мм в залежності від часу кристалізації.

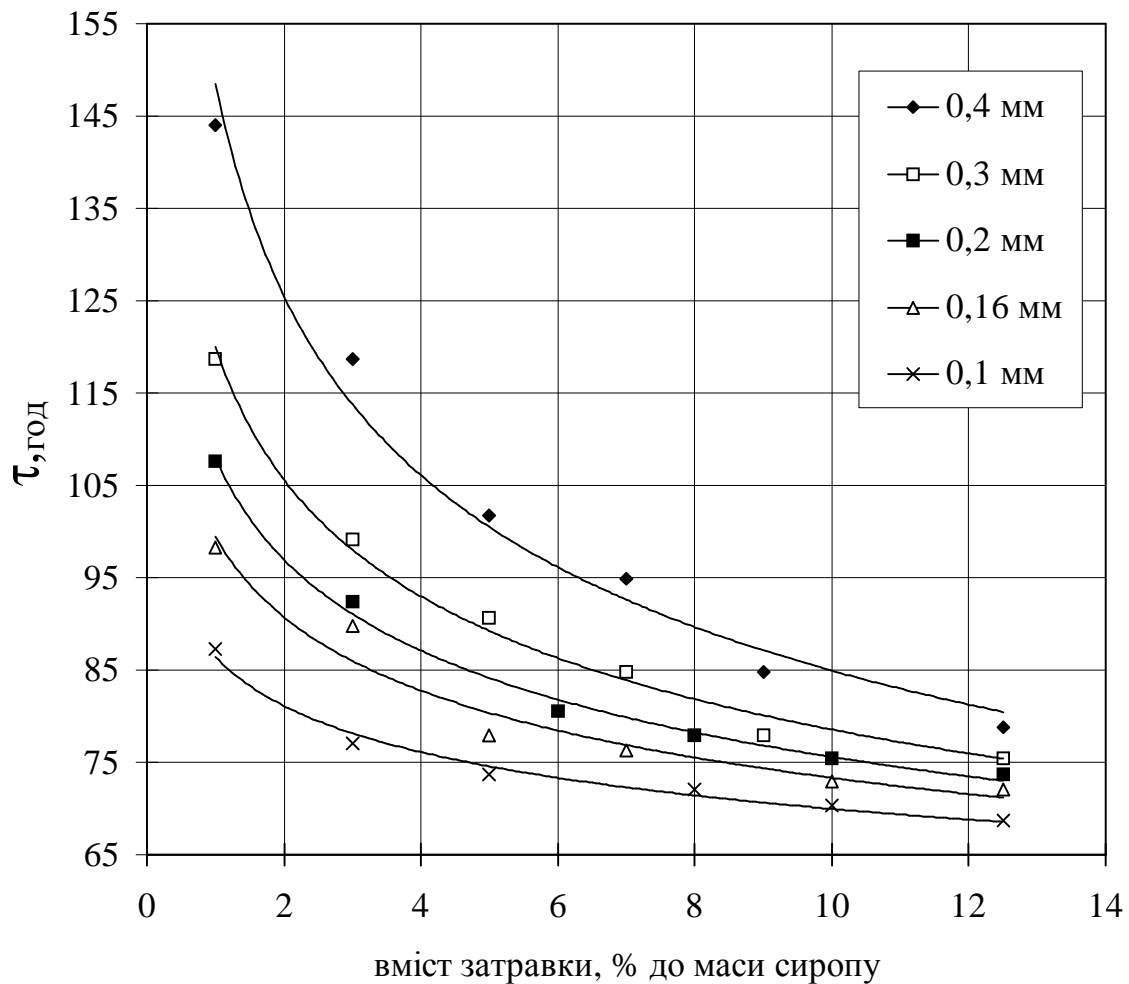
Результати впливу кількості та розміру затравочних кристалів на тривалість кристалізації наведені на рис.2. Для кожного розміру кристалів затравки при даному режимі існує оптимальна величина їх початкового вмісту в утфелі. Для 0,3 мм це 9 – 12 %, для 0,16 мм – від 4 до 6 %, для 0,1 мм – від 1 до 3 %.



**Рис. 2.** Залежність тривалості процесу кристалізації фруктози з сиропів  $\text{Ч}=95,3\%$  від вмісту та розмірів кристалів затравки

Залежності, отримані при кристалізації фруктози з сиропів чистотою  $\text{Ч} = 91,7\%$ , (рис. 3.), мають аналогічний характер, що і у випадку кристалізації з сиропів  $\text{Ч} = 95,3\%$ .

В разі недостатньої кількості кристалів в затравці спостерігається збільшення тривалості кристалізації, а при надлишковому вмісті кристалів в затравці скорочення часу кристалізації несуттєве.



*Рис. 3. Залежність тривалості процесу кристалізації фруктози з сиропів  $\chi=91,7\%$  від вмісту та розмірів кристалів затравки*

## ВИСНОВКИ

1. Найбільша інтенсивність кристалізації фруктози в мішалках-кристалізаторах досягається за умов початкового вмісту кристалів в сиропі 2 – 3 % розміром 0,16 мм чи 3 – 4 % розміром 0,2 мм. Час кристалізації при цьому складає 53 – 57 годин для I продукту та 85 – 90 годин для II продукту.

2. Зважаючи на меншу чистоту II продукту в порівнянні з I, доцільно використовувати затравочні кристали розміром 0,1 мм в кількості 5 %, що забезпечує скорочення часу кристалізації до 73 – 75 годин. Кінцевий розмір кристалів в цьому випадку становить 0,2 – 0,22 мм, що відповідає розміру кристалів затравки I продукту. Доцільно використовувати частину кристалів II кристалізації розміром 0,2 – 0,22 мм в кількості 3 – 4% в якості затравки для I кристалізації.

### *Список використаних джерел*

1. Сапронов А.Р. Совершенствование технологии уваривания утфелей // Технология сахарного производства. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 332–339.
2. Петрушевский В.В., Бондарь Е.Г., Винокурова Е.В. Производство сахаристых веществ. – К.: Урожай, 1989. – 168 с.
3. Мирончук В.Г. Розроблення способів та удосконалення апаратів для промислової кристалізації цукристих речовин: Автореф. дис... докт. техн. наук. 05.18.12. / УДУХТ. – К.: 2000. – 39 с.
4. Лементар С.Ю., Мирончук В.Г., Гулий І.С. Способи промислової кристалізації фруктози // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічна обґрунтованість у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі. – Харків: Харківська державна академія технології та організації харчування. – 1998. – С. 115 – 118.
5. Пат. 4666527 США, МКИ С 13 F 1/02. Continuous crystallization of fructose anhydride / Yoshikum Ito, Jinshu Kanamoto, Seiji Murayama, Shinji Suruki (Japan). – №669039; Заявл. 6.11.84; Опублик. 12.05.87; НКИ 127 /462 – 2 с.