

УДК 664.037.5

Степанюк Ю., Мриглод Я. – ст. гр. ХК-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ВЛАСТИВІСТЬ ПРОДУКТУ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Бейко Л.А.

Як відомо, у процесі заморожування молекули води із неупорядкованого стану, який характерний для рідкої агрегатної фази, переходять в упорядкований стан і утворюють кристалічну решітку. Кристалізуючись і впорядковуючись, молекули змінюють своє положення, а необхідною умовою кожної зміни є визначений ступінь рухливості і визначений час переміщення.

Розрізняють два типи утворення кристалічних зародків. При гомогенному утворенні кристалічних зародків вони утворюються у рідині спонтанно і є частинками визначеного розміру та орієнтації кристалічного типу. При гетерогенному утворенні кристалічних зародків молекули води утворюють кристалічну структуру навколо яких-небудь чужорідних частинок. Оскільки є деяка вірогідність того, що на поверхні суспендованих у воді чужорідних частинок може зустрітись таке розташування атомів, яке відповідає розміщенню атомів у кристалічній решітці льоду, то вони стають центрами кристалоутворення. Критичний розмір зародків при температурі  $-25,5^{\circ}\text{C}$  500 нм (50 Å), а при  $-50^{\circ}\text{C}$  – 50 нм (5 Å). Щоб почалося кристалоутворення, розмір зародків повинен бути більше критичного. Водні розчини, які містять біологічні речовини неможливо переохолодити до температури нижче  $-25,5^{\circ}\text{C}$ , оскільки критичний розмір зародків 500 нм якраз рівний характерному розміру полімерних молекул гідратів та молекул агрегатів.

Заморожування супроводжується глибоким зниженням температури плодів і перетворенням вологи в лід, який спричинює зміни в структурі тканин продукту, ступінь яких залежить від швидкості заморожування. За повільного заморожування плодів при відносно високих температурах ( $-4-8^{\circ}\text{C}$ ) лід утворюється, в першу чергу, в міжклітинних просторах. Усередині клітин, де концентрація соку вища, ніж у міжклітинниках і, відповідно температура замерзання його нижча, лід утворюється повільніше. Утворення льоду в початковий період заморожування продукту і пов'язане з цим збільшення концентрації соку в міжклітинних просторах приводить до підвищення осмотичного тиску. Вода із клітин переходить у міжклітинний простір, де замерзає на гранях утворених кристалів. При цьому клітини зневоднюються, а в міжклітинних просторах утворюються крупні кристали, які нерівномірно розподіляються в тканинах. Вони тиснуть на сусідні клітини та викликають ушкодження клітинних оболонок. Виникають найбільш різноманітні та глибокі зміни колоїдної системи. Зневоднення і коагулююча дія заморожування, а також ушкодження оболонок клітин призводять до їхньої загибелі. За наступного розморожування плодів утворена волога не встигає поглинатися, сік витікає, продукт втрачає свої природні властивості: змінює консистенцію, стає водянистим, дряблим.

Швидке заморожування (температура  $-27-40^{\circ}\text{C}$ ) не викликає значної деформації структури тканин. За швидкого заморожування швидкість охолодження плодів різко зростає, кристали льоду утворюються одночасно в міжклітинних просторах і в клітинах. Вилучення вологи з останніх не проходить, як за повільного заморожування. Чим швидше здійснюється процес, тим більше утворюється кристалів і менше їхній розмір. А це сприяє рівномірному їхньому розподіленню в клітинах і тканинах.