



Інститут технічної теплофізики НАН України

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

Корінчевська Т. В.  
Михайлик В. А.

---

XII Міжнародна онлайн конференція  
«ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОФІЗИКИ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ»  
26 - 27 жовтня 2021 року

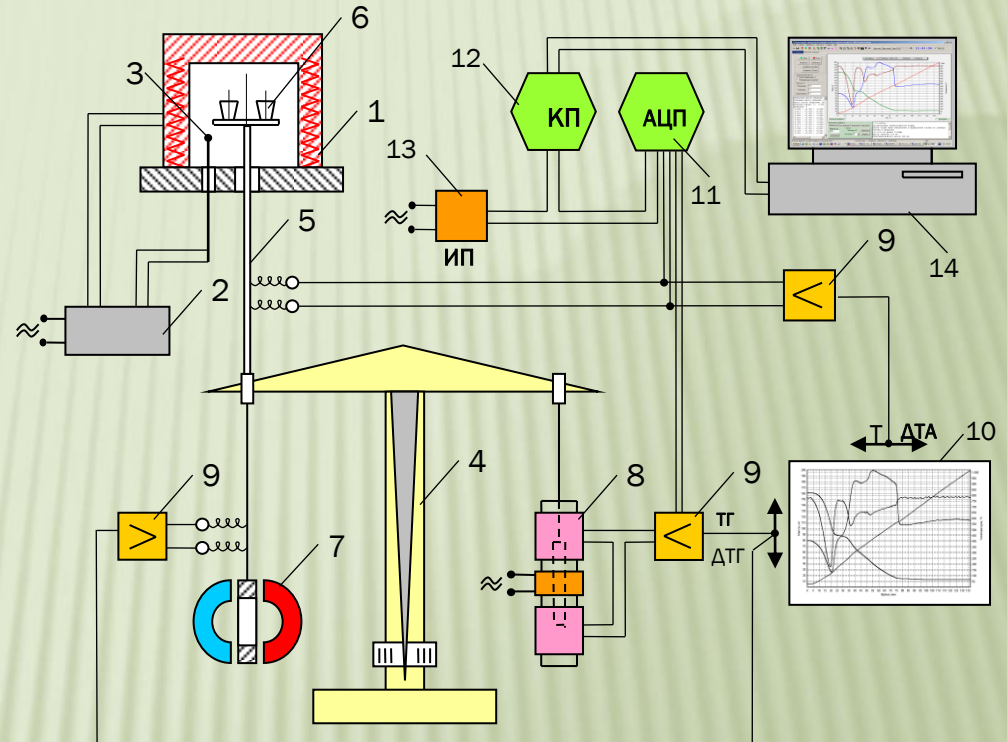


- Овочі є важливим компонентом в виробництві різноманітних продуктів харчування. Оскільки вони є високовологими продуктами, то в процесі зберігання можуть швидко втрачати свою природню цінність.
- Одним із надійних і ефективних способів захисту овочів від псування є консервування сушінням. Від вибору режиму зневоднення залежать якісні характеристики висушеної продукції.
- Температура матеріалу при сушінні є одним з основних режимних параметрів який забезпечує високу якість продукту, поживну цінність та збереження в ньому всього комплексу біологічно активних речовин. Тому важливо знати температуру, після досягнення якої починається процес термічної деструкції. Ця температура і визначає термічну стійкість матеріалів.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ

Термічну стійкість визначали методом термічного аналізу в дериватографі «Q-1000»

## Дериватограф Q-1000



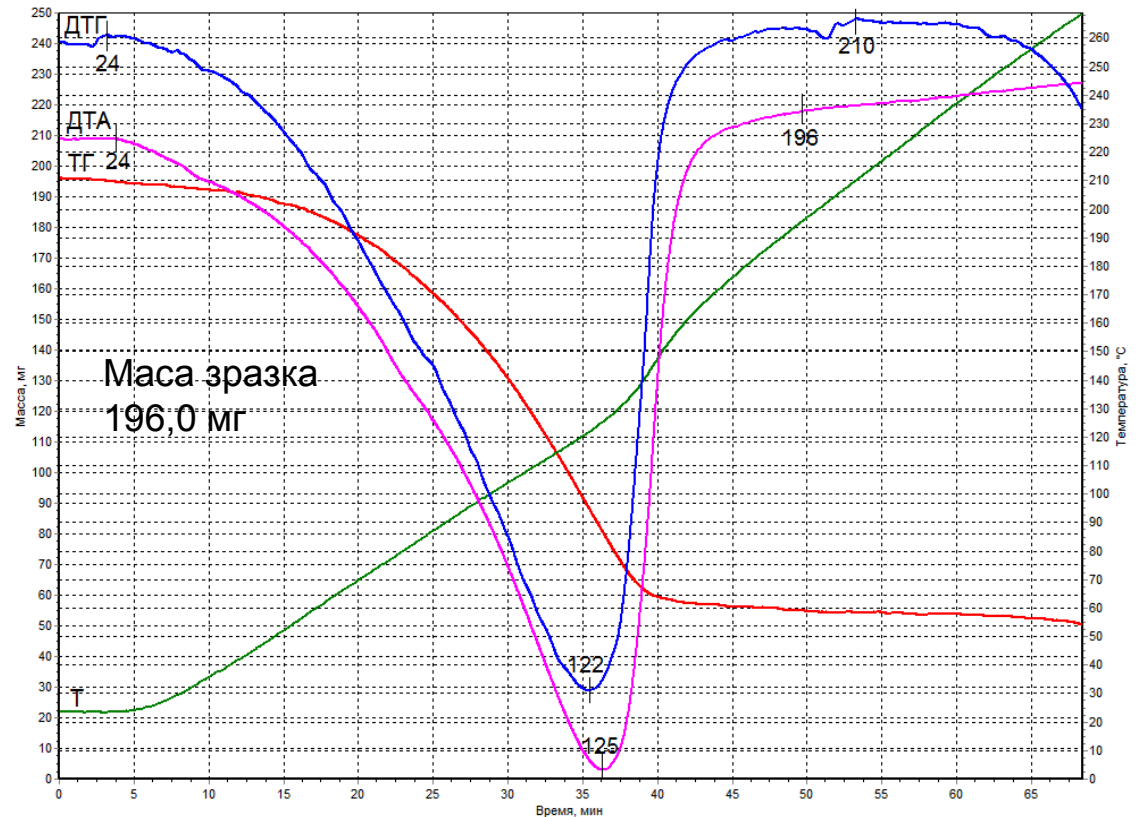
- 1 – піч; 2 – програматор температури в печі; 3 – термопара контролю температури;  
4 – ваги; 5 – керамічна стійка; 6 – зразок; 7 – пристрій для виміру швидкості видалення  
вологи; 8 – пристрій для виміру зміни маси зразка; 9 – підсилювач сигналу;  
10 – самопис; 11 – аналогово-цифровий перетворювач; 12 – конвертер інтерфейсу;  
13 – джерело живлення; 14 – комп'ютер.

Реєстрація: температури (Т); маси зразка (ТГ); швидкості зміни маси (ДТГ);  
теплового ефекту (ДТА).

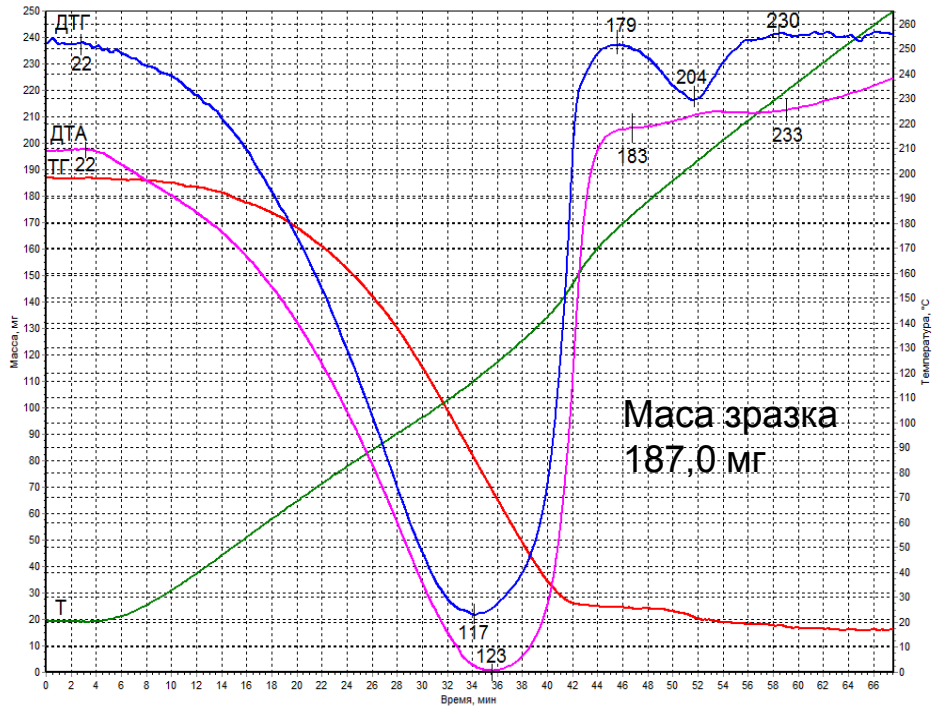
Діапазон температур 20...270 °С. Швидкість нагрівання 3,6 К/хв.

# ДЕРИВАТОГРАМИ ДОСЛІДЖЕНИХ ЗРАЗКІВ ОВОЧЕВИХ ПРОДУКТІВ

## Картопля



| Вода | Білки | Жири | Вуглеводи |                            |          | Клітковина | Органічні кислоти<br>в перерахунку на<br>яблучну | Мінеральні<br>речовини (Na, K,<br>Ca, Mg, P, Fe) | Вітаміни<br>(β-каротин, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ,<br>PP, C) | Зола |
|------|-------|------|-----------|----------------------------|----------|------------|--|--|---|------|
|      |       |      | загальні  | моно- і<br>дисахари-<br>ди | крохмаль |            |  |  |   |      |
| 75,0 | 2,0   | 0,1  | 19,7      | 1,5                        | 18,2     | 1,0        | 0,1  | 0,69   | 0,02  | 1,1  |



# Морква

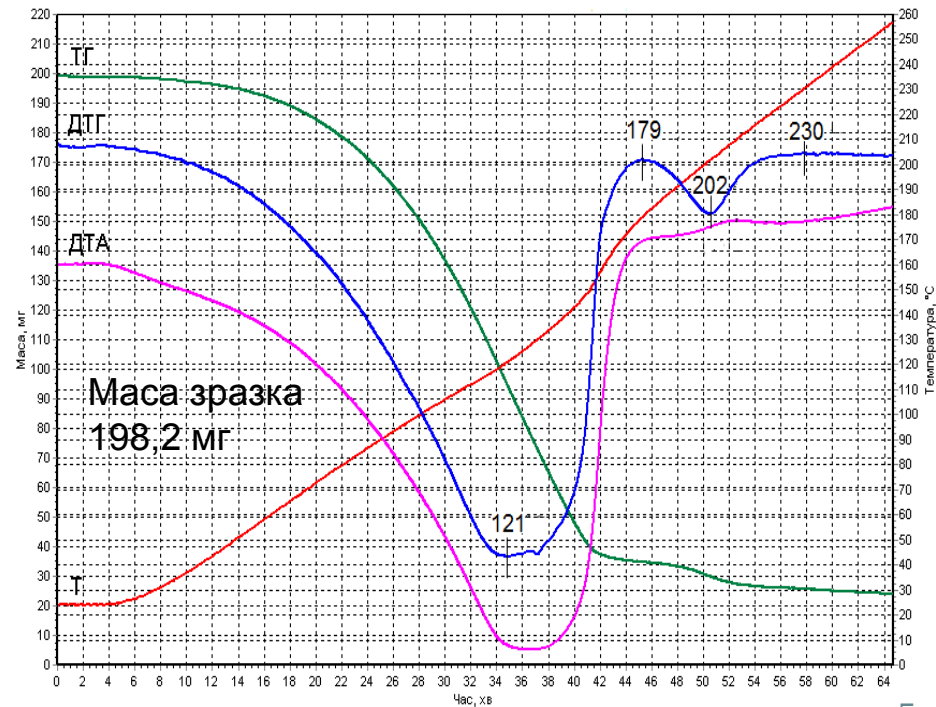


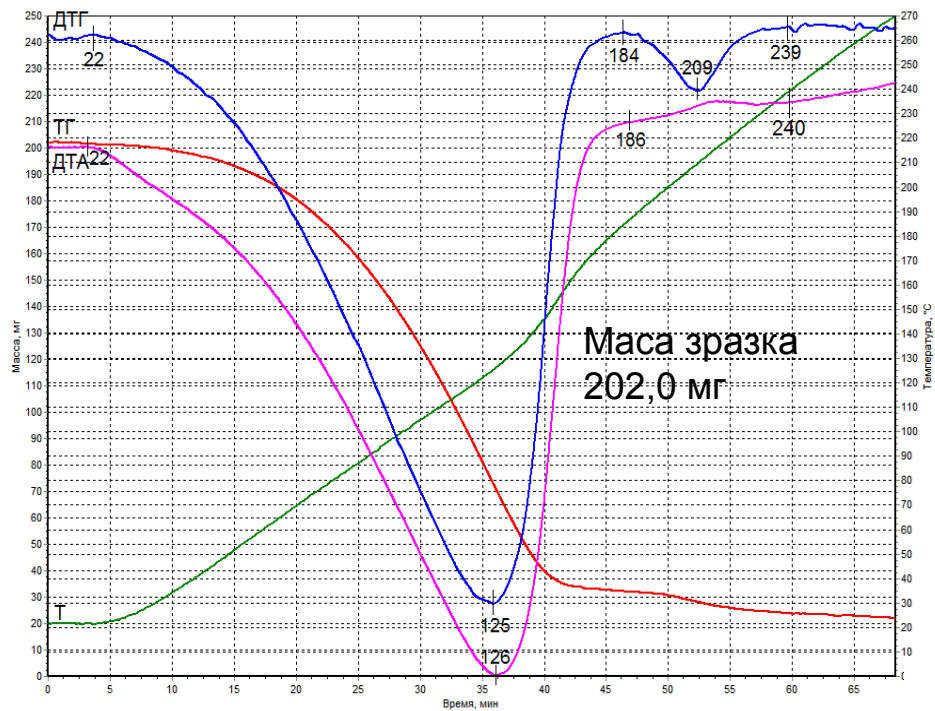
| В<br>о<br>д<br>а | Б<br>і<br>р<br>к<br>и | Ж<br>и<br>р<br>и | Вуглеводи |                       |          | Кліт-<br>кови-<br>на | Органічні<br>кислоти в<br>перера-<br>хунку на<br>яблучну | Мінерал-<br>ні<br>речовини<br>(Na, K,<br>Ca, Mg, P,<br>Fe) | Вітаміни<br>(β-кар-<br>отин, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ,<br>PP, C) | З<br>о<br>л<br>а |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------------|--|--|--|------------------|
|                  |                       |                  | загальні  | МОНО- і<br>дисахариди | крохмаль |                      |  |  |  |                  |
| 88,5             | 1,3                   | 0,1              | 7,0       | 6,0                   | 0,2      | 1,2                  | 0,1  | 0,37   | 0,02   | 1,0              |

# Буряк столовий



| В<br>о<br>д<br>а | Б<br>і<br>р<br>к<br>и | Ж<br>и<br>р<br>и | Вуглеводи |                       |          | Кліт-<br>кови-<br>на | Органічні<br>кислоти в<br>перера-<br>хунку на<br>яблучну | Мінерал-<br>ні<br>речовини<br>(Na, K,<br>Ca, Mg, P,<br>Fe) | Вітаміни<br>(β-кар-<br>отин, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ,<br>PP, C) | З<br>о<br>л<br>а |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------------|--|--|--|------------------|
|                  |                       |                  | загальні  | МОНО- і<br>дисахариди | крохмаль |                      |  |  |  |                  |
| 86,5             | 1,7                   | -                | 10,8      | 9,0                   | -        | 0,9                  | 0,1  | 0,49   | 0,01   | 1,0              |



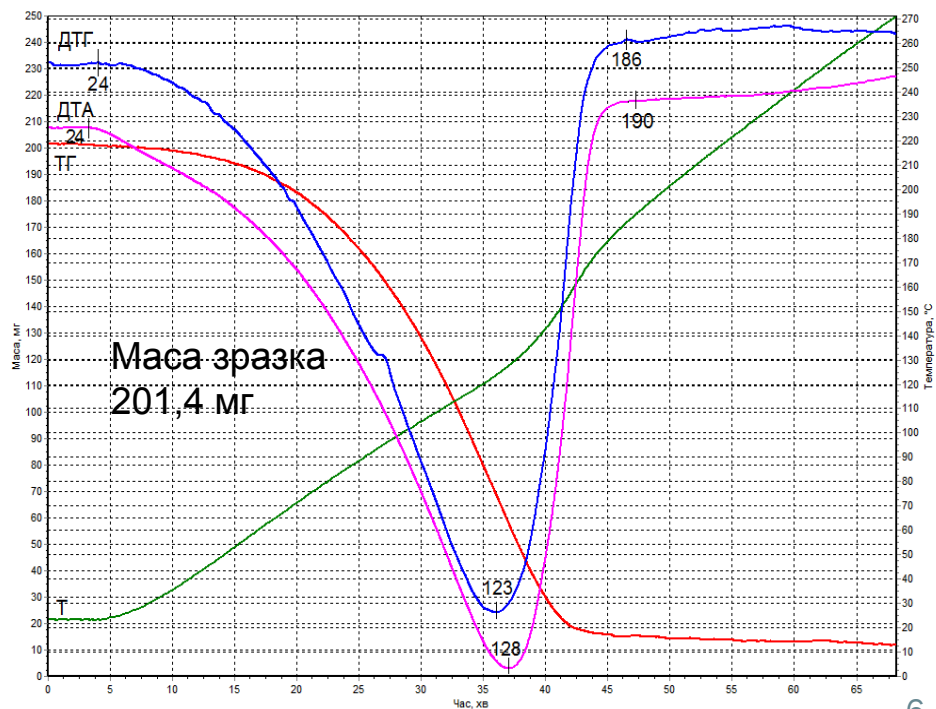


## Гарбуз

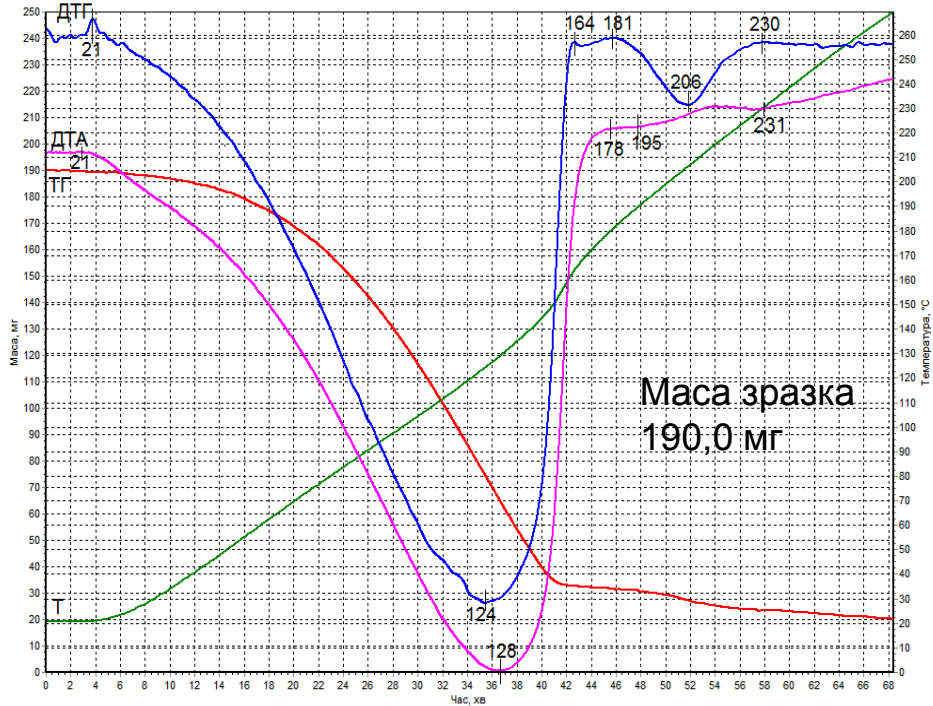


| В<br>о<br>д<br>а | Б<br>і<br>л<br>к<br>и | Ж<br>и<br>р<br>и | Вуглеводи |                       |          | Кліт-<br>кови-<br>на | Органічні<br>кислоти в<br>перера-<br>хунку на<br>яблучну | Мінера-<br>льні<br>речовини<br>(Na, K,<br>Ca, Mg, P,<br>Fe) | Вітаміни<br>(β-каро-<br>тин, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ,<br>PP, C) | З<br>о<br>л<br>а |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------------|--|---|--|------------------|
|                  |                       |                  | загальні  | моно- і<br>дисахариди | крохмаль |                      |  |   |  |                  |
| 90,3             | 1,0                   | -                | 6,5       | 4,0                   | 2,0      | 1,2                  | 0,1  | 0,26  | 0,01   | 0,6              |

## Капуста білокачанна



| В<br>о<br>д<br>а | Б<br>і<br>л<br>к<br>и | Ж<br>и<br>р<br>и | Вуглеводи |                       |          | Кліт-<br>кови-<br>на | Органічні<br>кислоти в<br>перера-<br>хунку на<br>яблучну | Мінера-<br>льні<br>речовини<br>(Na, K,<br>Ca, Mg, P,<br>Fe) | Вітаміни<br>(β-каро-<br>тин, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ,<br>PP, C) | З<br>о<br>л<br>а |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------------|--|---|--|------------------|
|                  |                       |                  | загальні  | моно- і<br>дисахариди | крохмаль |                      |  |   |  |                  |
| 90,0             | 1,8                   | -                | 5,4       | 4,6                   | 0,5      | 0,7                  | 0,05   | 0,29  | 0,05   | 0,7              |

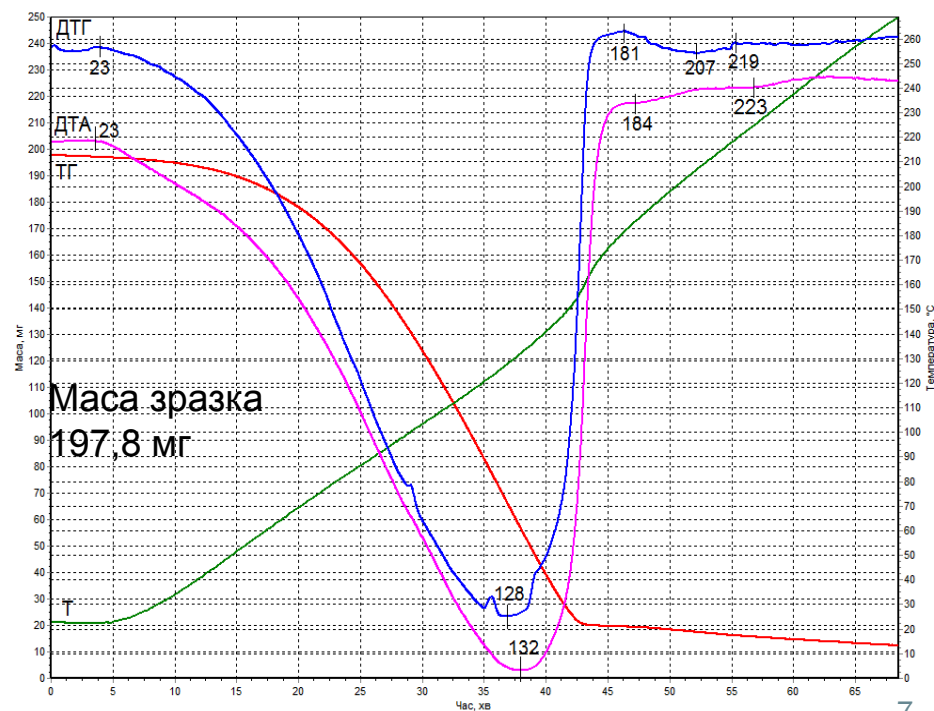


## Корінь петрушки

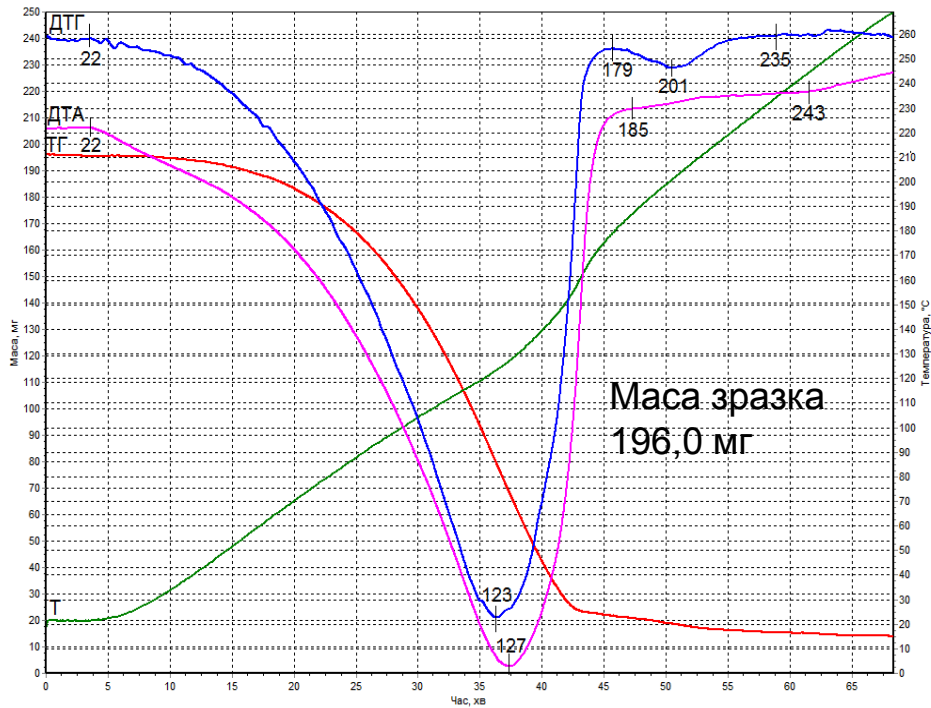


| В<br>о<br>д<br>а | Б<br>і<br>л<br>к<br>и | Ж<br>и<br>р<br>и | Вуглеводи |                       |          | Кліт-<br>кови-<br>на | Органічні<br>кислоти в<br>перера-<br>хунку на<br>яблучну | Мінера-<br>льні<br>речовини<br>(Na, K,<br>Ca, Mg, P,<br>Fe) | Вітаміни<br>(β-каро-<br>тин, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ,<br>PP, C) | З<br>о<br>л<br>а |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------------|--|---|--|------------------|
|                  |                       |                  | загальні  | МОНО- і<br>дисахариди | крохмаль |                      |  |   |  |                  |
| 85,0             | 1,5                   | -                | 11,0      | 9,4                   | 0,4      | 1,3                  | 0,1  | 0,47  | 0,04   | 1,1              |

## Корінь селери



| В<br>о<br>д<br>а | Б<br>і<br>л<br>к<br>и | Ж<br>и<br>р<br>и | Вуглеводи |                       |          | Кліт-<br>кови-<br>на | Органічні<br>кислоти в<br>перера-<br>хунку на<br>яблучну | Мінера-<br>льні<br>речовини<br>(Na, K,<br>Ca, Mg, P,<br>Fe) | Вітаміни<br>(β-каро-<br>тин, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ,<br>PP, C) | З<br>о<br>л<br>а |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------------|--|---|--|------------------|
|                  |                       |                  | загальні  | МОНО- і<br>дисахариди | крохмаль |                      |  |   |  |                  |
| 90,0             | 1,3                   | -                | 6,7       | 5,5                   | 0,6      | 1,0                  | 0,1  | 0,59  | 0,01   | 1,0              |

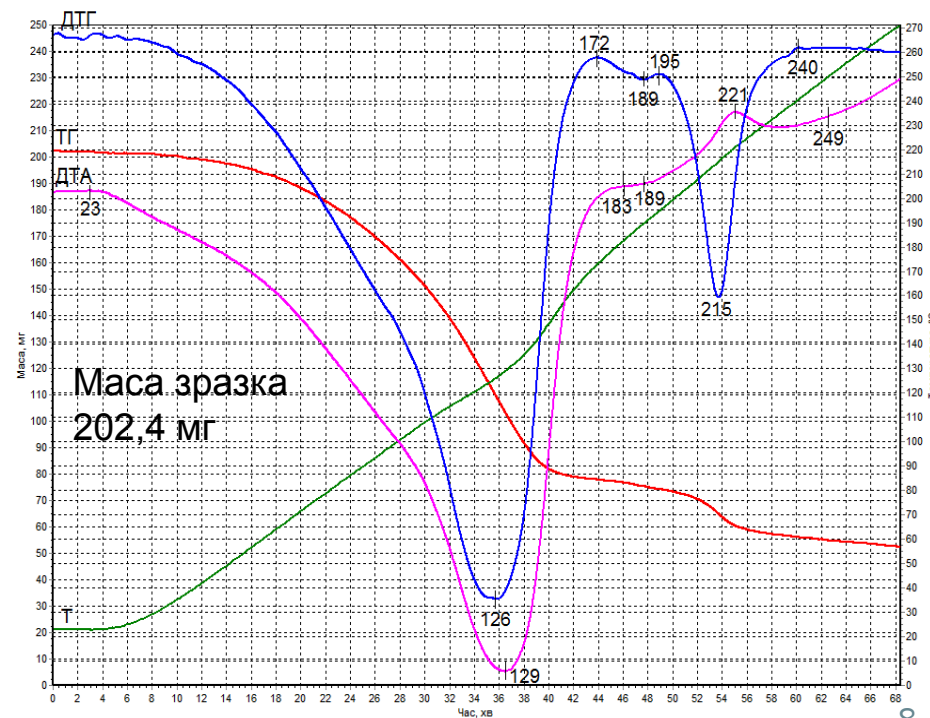


## Цибуля ріпчаста



| В<br>о<br>д<br>а | Б<br>і<br>л<br>к<br>и | Ж<br>и<br>р<br>и | Вуглеводи |                       |          | Кліт-<br>кови-<br>на | Органічні<br>кислоти в<br>перера-<br>хунку на<br>яблучну | Мінерал-<br>ні<br>речовини<br>(Na, K,<br>Ca, Mg, P,<br>Fe) | Вітаміни<br>(β-каро-<br>тин, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ,<br>PP, C) | З<br>о<br>л<br>а |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------------|--|--|--|------------------|
|                  |                       |                  | загальні  | моно- і<br>дисахариди | крохмаль |                      |  |  |  |                  |
| 86,0             | 1,7                   | -                | 9,5       | 9,0                   | -        | 0,7                  | 0,1  | 0,29   | 0,01   | 1,0              |

## Часник



| В<br>о<br>д<br>а | Б<br>і<br>л<br>к<br>и | Ж<br>и<br>р<br>и | Вуглеводи |                       |          | Кліт-<br>кови-<br>на | Органічні<br>кислоти в<br>перера-<br>хунку на<br>яблучну | Мінерал-<br>ні<br>речовини<br>(Na, K,<br>Ca, Mg, P,<br>Fe) | Вітаміни<br>(β-каро-<br>тин, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ,<br>PP, C) | З<br>о<br>л<br>а |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------------|--|--|--|------------------|
|                  |                       |                  | загальні  | моно- і<br>дисахариди | крохмаль |                      |  |  |  |                  |
| 70,0             | 6,5                   | -                | 21,2      | 3,2                   | 2,0      | 0,8                  | 0,1  | 0,64   | 0,01   | 1,5              |



# РЕЗУЛЬТАТИ ОБРОБКИ ОТРИМАНИХ ДАНИХ ТЕРМІЧНОГО АНАЛІЗУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

| № | Матеріал            | Видалення води             |                        |              |                          |                                 | Початок термічної деструкції, °С |
|---|---------------------|----------------------------|------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|   |                     | Температурний інтервал, °С | Максимум швидкості, °С | Вологість, % | Середня швидкість, %/хв. | Умовний тепловий ефект, мВ·с/мг |                                  |
| 1 | Картопля            | 24 – 210                   | 122                    | 72,29        | 1,36                     | 91,20                           | 210                              |
| 2 | Морква              | 22 – 179                   | 117                    | 86,84        | 1,93                     | 95,13                           | 179                              |
| 3 | Буряк столовий      | 25 – 179                   | 121                    | 82,44        | 1,83                     | 103,30                          | 179                              |
| 4 | Гарбуз              | 22 – 184                   | 125                    | 84,11        | 1,85                     | 93,37                           | 184                              |
| 5 | Капуста білокачанна | 24 – 186                   | 123                    | 92,45        | 2,00                     | 97,42                           | 186                              |
| 6 | Корінь петрушки     | 21 – 164                   | 121                    | 82,79        | 1,97                     | 97,77                           | 164                              |
| 7 | Корінь селери       | 23 – 181                   | 128                    | 90,14        | 1,98                     | 96,13                           | 181                              |
| 8 | Цибуля ріпчаста     | 22 – 179                   | 123                    | 88,93        | 1,98                     | 99,37                           | 179                              |
| 9 | Часник              | 23 – 172                   | 126                    | 61,51        | 1,42                     | 97,83                           | 172                              |

# ВИСНОВКИ

- Результати термічного аналізу зразків овочевої сировини дозволили визначити їхню вологість, термічну стійкість, середню швидкість зневоднення та оцінити за допомогою умовного теплового ефекту витрати теплоти на зневоднення.
- Видалення води реєструється в діапазоні від температури зовнішнього середовища до 164 – 210 °С в залежності від виду продукту. Визначена вологість зразків варіюється від 61,51 % для часнику до 92,45 % для капусти.
- Середня швидкість зневоднення зразків визначена в діапазоні від 1,36 до 2,00 %/хв. Найнижча швидкість реєструється для картоплі та часнику, а найвища - для білокачанної капусти, цибулі, коренів петрушки та селери. Можна відзначити, що середня швидкість зневоднення прямо залежить від вихідної вологості продукту.
- Для порівняння витрат теплоти на видалення води, було визначено умовний тепловий ефект. Результати свідчать, що найбільше теплоти витрачається при зневодненні буряку столового, а найменше – картоплі, що може бути пов'язано з різним співвідношенням вільної та зв'язаної води у зразках.
- Температура початку термічної деструкції знаходиться в межах від 164 °С для кореню петрушки до 210 °С для картоплі.