

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## ЗБІРНИК

наукових праць

Кіровоградського державного технічного університету

**Техніка в сільськогосподарському виробництві,  
галузеве машинобудування, автоматизація**

*Випуск 11*

Кіровоград  
2002

## ШЛЯХИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КРОХМАЛЮ В ПЕРЕРОБЛЮВАНІЙ КАРТОПЛІ

Промислове визначення крохмальності (вмісту крохмалю) в картоплі, призначеній для переробки на спирт та крохмаль, проводять за допомогою ваг Парова, як це передбачено стандартом на правила приймання і методи визначення якості картоплі свіжої. Основою визначень є залежність між густиною або питомою вагою (визначається шляхом вимірювань маси проби картоплі у воді) і вмістом сухих речовин картоплі з наступним знаходженням крохмальності за різницею між загальним вмістом сухих та некрохмальних речовин. Ваги Парова є найбільш придатним до автоматизації визначень обладнанням.

При автоматизації визначень крохмальності в пробі картоплі потрібно враховувати деякі чинники [2], що знижують точність результатів за вагами Парова і не дозволяють їх автоматизувати в існуючому вигляді:

- крохмальність розраховують за різницею між загальним вмістом сухих речовин і вмістом крохмальних сухих речовин, який приймають сталим (5,75% або ж 5,8%) в той час, як він варіює в межах від 5 до 8% і залежить від загального вмісту сухих речовин;

- на ваги Парова беруть для аналізу наважку приблизно 25-30% від маси проби, що знижує презентабельність проби і точність визначення крохмальності партії картоплі та утруднює автоматизацію відбирання наважки з проби;

- на вагах Парова не визначається крохмальність нижче за 10%;

- похибку визначення крохмальності від залежності густини води від температури потрібно враховувати введенням поправки до показань ваг за спеціальною таблицею;

- є можливими суб'єктивні похибки при врівноважуванні ваг вручну, відліку показань, вимірюванні температури води та при введенні поправки за температурою.

При розробці метода визначення крохмальності картоплі, придатного до реалізації в автоматичному пристрої, необхідно зробити, в першу чергу довільну модифікацію і уточнення відомого густинного метода, застосованого у вагах Парова. Спочатку запропоновано густинний метод визначення крохмальності картоплі з періодичним (для різних періодів збирання і різних сортів картоплі) визначенням та введенням поправки на вміст некрохмальних сухих речовин. Метод базується на визначенні маси проби картоплі на повітрі і у воді і розрахунках за відомими формулами:

- для густини картоплі  $\rho_k$

$$\rho_k = \frac{M_n \cdot \rho_t}{M_n - M_{\text{вод}}}, \quad (1)$$

де (визначені експериментальним шляхом)  $M_n$  – маса проб на повітрі;

$M_{вод}$  – маса проби у воді;

$\rho_t$  – густина води при температурі  $t$  вимірювання маси;

– для вмісту сухих речовин:

$$CP = \frac{300 \cdot (\rho_k - 1)}{\rho_k}, \quad (2)$$

– для вмісту крохмалю  $K_p$ :

$$K_p = CP - HK_p, \quad (3)$$

де  $HK_p$  – некрохмальні сухі речовини, визначені експериментальним шляхом для певного сорту картоплі і періода збирання за формулою:

$$HK_p = CP - K_{pa}, \quad (4)$$

де  $K_{pa}$  – крохмальність картоплі, визначена поляриметричним аналізом, наприклад методом КТІХП. /1/

При аналізі даних досліджень, проведених на 97 пробах сортової та змішаної картоплі під час копання та у період спокою бульб (після тримісячного зберігання) /3/ встановлено, що вміст некрохмальних сухих речовин коливається в межах 5,5% до 8% абс. і що існує позитивна кореляція між  $CP$  і  $K_p$  у вигляді рівняння регресії:

$$K_p = 0,84 \cdot CP - 3,24, \quad (5)$$

де  $CP$  – загальний вміст сухих речовин в картоплі, що визначається за уточненою в процесі дослідів формулою :

$$CP = \frac{296,08 \cdot (\rho_k - 1)}{\rho_k}. \quad (6)$$

Підставка виразу (6) у вираз (5) дає формулу для розрахунку крохмальності проби картоплі :

$$K_p = \frac{248,71 \cdot (\rho_k - 1)}{\rho_k}, \quad (7)$$

де  $\rho_k$  – густина картоплі, що визначається експериментально за допомогою виразу (1).

Доречно відмітити, що крохмальність за виразом (7) при середньому значенні крохмальності картоплі 16,0% виходить приблизно на 0,6% нижчою, ніж без поправки, тобто за виразом (6). Для зручності проведення обчислень замість таб-

лиці густини води при різних температурах  $t_i$  можна скористатися виразом цієї температурної залежності :

$$\rho_i = 1 - (t_i - a) \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (8)$$

де  $t_i$  – температура, при якій відбувається вимірювання маси проби картоплі у воді;

$a$  – умовно постійний коефіцієнт для визначеного діапазона температур;

$\operatorname{tg} \alpha$  – тангенс кута нахилу дотичної до кривої  $\rho_i = f(t)$  для певного діапазона температур при кусочно–лінійній апроксимації кривої. Для різних значень температури визначені значення  $a$  та  $\operatorname{tg} \alpha$ .

При автоматичних визначеннях мас проби картоплі на повітрі та у воді на автоматичних вагах та температури води автоматичним термометром обчислення значення крохмальності зручніше проводити за формулою, що впливає з виразів (7), (8) та (1) і складає суть модифікованого густинного методу визначення крохмальності картоплі

$$K_p = 248,71 \left[ 1 - \frac{\frac{M_{\text{вод}}}{1 - K_B M_{\text{п}}}}{1 - (t_i - a) \operatorname{tg} \alpha} \right] - 3,24, \quad (9)$$

де  $K_B$  – коефіцієнт, що враховує поверхневу вологу на бульбах картоплі після її миття (для сухої картоплі  $K_B=1$ ).

В наших дослідях за рекомендаціями стандарту на картоплю свіжу приймалися значення  $K_B=0,99$ .

З аналізу виразу (9) для визначення крохмальності проби картоплі випливає, що всі впливаючі на її значення фактори можуть бути визначені за допомогою автоматичних пристроїв для кожної проби, що презентує партію прийманої картоплі, і передані без затруднень для обчислення на ЕОМ.

Розроблений модифікований густинний метод визначення крохмальності метрологічно обґрунтований і атестований у встановленому порядку перед реалізацією у вигляді автоматичного пристрою визначення крохмальності картоплі у лінії обробки проб картоплі при автоматичному визначенні показників її якості і випробуваній на дослідному взірцеві.

Запропонований до уваги густинний метод визначення крохмальності проби картоплі при її прийманні чи переробці на спирт або крохмаль передбачає автоматичне вимірювання лише трьох величин (маси проби на повітрі, у воді та температури води), за якими легко провести обчислення крохмальності цієї проби, яке також просто автоматизувати.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаренко Б.Н., Луцык В.И., Изволенский И.Е., Яценко Е.А. Автоматизированная линия экспресс–анализа показателей качества картофеля. В сб. “Инструментальные методы оценки качества пищевых продуктов”. – М.: ГКНТ

СССР.1983.

2. Гончаренко Б.Н., Луцык В.И., Изволенский И.Е., Яценко Е.А. Линия обработки проб картофеля (тезисы доклада). – Харьков: ВНК "Проблемы индустриализации общественного питания страны". 1984.

3. Яценко Е.А., Луцык В.И., Гончаренко Б.Н. Автоматическое устройство для отбора проб картофеля. – Сахарная промышленность. 1985. №3.