

## Література

1. Литвинова Т. П., Грядунова Г. П., Давигора И. В., Медицинские капсулы. М, 1974.
2. Солодовник В. Д., Микрокапсулирование. М.: Химия, 1980. -216 с.
3. Gutcho M., Capsule technology and microencapsulation, L., 1972.
4. Афанасьев А.Г. Химия за рубежом // Применение микрокапсул: обзор с прим. – М.:Знание, 1985.-48 с.
5. Нагурський О.А. Гідродинаміка дисперсного шару в процесі зрошення рідиною. Експериментальне дослідження. Хімічна промисловість України № 2, Київ, 2011, с. 25-29.
6. Нагурський О.А., Гумницький Я.М. Математична модель теплообміну процесу капсулювання дисперсного матеріалу в стані псевдозрідження // Матеріали 2-ї міжнародної науково-практичної конференції «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і сталий розвиток», Київ, 2010, с. 200-202

УДК 664.854

## ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ПРИ КОНВЕКТИВНОМУ, КОНДУКТИВНОМУ І МІКРОХВИЛЬОВОМУ ЗНЕВОДНЕННІ СОРТІВ ГЛОДУ

<sup>1</sup>Дубковецький І.В., канд. техн. наук, <sup>1</sup>Малежик І.Ф., д-р техн. наук, <sup>2</sup>Євчук Я.В.

<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій, м.Київ,

<sup>2</sup>Уманський національний університет садівництва, м.Умань

*Наведено результати зміни хімічного складу плодів глоду в процесі сушіння при різних параметрах.  
The results over of changes of chemical composition of garden-stuffs of hawthorn are brought in the process at different parameters.*

**Ключові слова:** конвективне, мікрохвильове і кондуктивне сушіння глоду, каротин, аскорбінова кислота та поліфенольні сполуки.

При розробці технологічного процесу виробництва сушених продуктів за допомогою різних методів зневоднення, перш за все необхідно встановити технологічні параметри та оптимальні режими процесу, при якому максимально зберігаються початкові смакові і поживні властивості вихідної сировини.

Малопоширена лікарська сировина, зокрема глід є перспективною для виробництва продуктів спеціального призначення з підвищеним вмістом біологічно активних речовин з що мають антиоксидантні властивості.

Мета нашої роботи полягала у розробці технологічного процесу виробництва сушених продуктів за допомогою різних методів зневоднення, перш за все необхідно встановити технологічні параметри та оптимальні режими процесу. Для сушених плодів глоду вирішальними показниками, які впливають на якісні показники готового продукту, являються такі біологічно активні речовини як вуглеводи, аскорбінова кислота, каротин, пектинові речовини та поліфенольні сполуки.

Вченими в галузі медицини доведено, що важливий патогенетичний фактор процесу старіння, мутагенезу, розвитку низки важких захворювань, залежить від надлишкового утворення в організмі активних форм кисню, який отримав назву оксидантного стресу. Для підтримання гомеостазу в клітинах і захисту біологічних систем важливі антиоксидантні системи захисту організму. Для нормалізації їх функції необхідно, щоб до організму надходив широкий набір біоантиоксидантів, що покращило б стан здоров'я населення [1].

Антиоксиданти – важливі компоненти харчування, які попереджують утворення вільних радикалів, зменшують їх дію, приймають участь в їх інактивації, сповільнюють загальні процеси старіння, попереджують розвиток хронічних захворювань. Встановлено [2], що найбільш ефективними є антиоксидантні комплекси природного походження, до яких відносять і глід.

Криві сушіння (рис. 1) характеризують зміну інтегрального вологовмісту  $W$  залежно від часу. Звідси видно, що із зростанням температури теплоносія тривалість процесу сушіння скорочується на незначну величину для досягнення кінцевої величини вологовмісту  $W_c = 31,6\%$ .

З рисунку видно, що період прогріву глоду, зі зростанням температури теплоносія з 60 до 100 °C відповідно зменшується з 50 до 5 хвилин. Період сталої швидкості сушіння спостерігається до першої критичної точки.

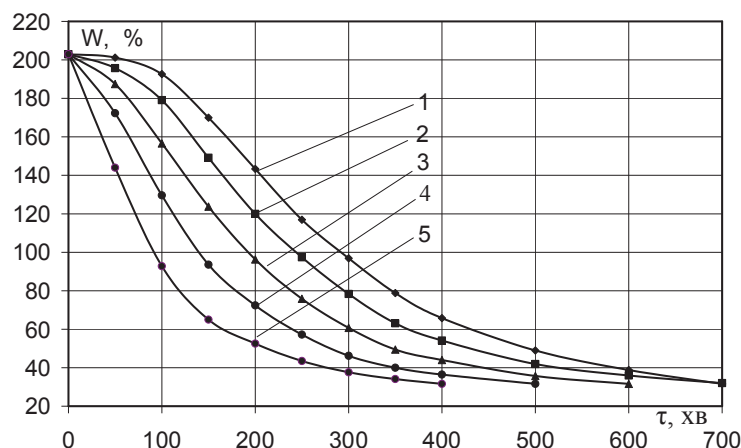


Рис. 1 – Криві конвективного сушіння глоду сорту Шаміль при температурах, оС: 1 — 60, 2 — 70, 3 — 80, 4 — 90, 5 — 100

Апроксимуючи дані першого періоду конвективного сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються лінійному закону.

Для температур теплоносія:

$$60 \text{ оС} - W = -0,508\tau + 245 \text{ при } R2 = 0,997;$$

$$70 \text{ оС} - W = -0,511\tau + 225 \text{ при } R2 = 0,996;$$

$$80 \text{ оС} - W = -0,613\tau + 218 \text{ при } R2 = 0,99;$$

$$90 \text{ оС} - W = -0,787\tau + 211 \text{ при } R2 = 0,98;$$

$$100 \text{ оС} - W = -1,1\tau + 202 \text{ при } R2 = 0,99,$$

де  $W$  — вологовміст, %;  $\tau$  — час, хв;  $R2$  — коефіцієнт кореляції.

Апроксимуючи дані другого періоду конвективного сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються степеневому закону.

$$60 \text{ оС} - W = 148472 \tau^{-1,29} \text{ при } R2 = 0,99;$$

$$70 \text{ оС} - W = 39719 \tau^{-1,1} \text{ при } R2 = 0,972;$$

$$80 \text{ оС} - W = 22990 \tau^{-1,04} \text{ при } R2 = 0,98;$$

$$90 \text{ оС} - W = 10187 \tau^{-0,94} \text{ при } R2 = 0,984;$$

$$100 \text{ оС} - W = 3343 \tau^{-0,78} \text{ при } R2 = 0,97,$$

де  $W$  — вологовміст, %;  $\tau$  — час, хв;  $R2$  — коефіцієнт кореляції.

В результаті обробки кривих конвективного сушіння отримані залежності швидкості сушіння глоду Шаміль від вологовмісту (рис. 2), що дають змогу проаналізувати характерні особливості глоду. При виведенні рівняння кінетики сушіння з експериментальних залежностей  $dW/d\tau$  встановили, що на першій стадії швидкість сушіння можна приблизно вважати постійною. З підвищенням температури теплоносія вона зростає від 0,37 кг/(кг·хв) (для 60 °С) до 1,03 кг/(кг·хв) (для 100 °С).

Проаналізувавши другий період конвективного сушіння вивели апроксимаційні рівняння при температурах:

$$60 \text{ °С} - dW/d\tau = 0,00005W^2 - 0,0028W + 0,038 \text{ при } R2 = 0,98;$$

$$70 \text{ °С} - dW/d\tau = 0,00007W^2 - 0,0033W + 0,034 \text{ при } R2 = 0,95;$$

$$80 \text{ °С} - dW/d\tau = 0,00007W^2 - 0,0012W - 0,0345 \text{ при } R2 = 0,95;$$

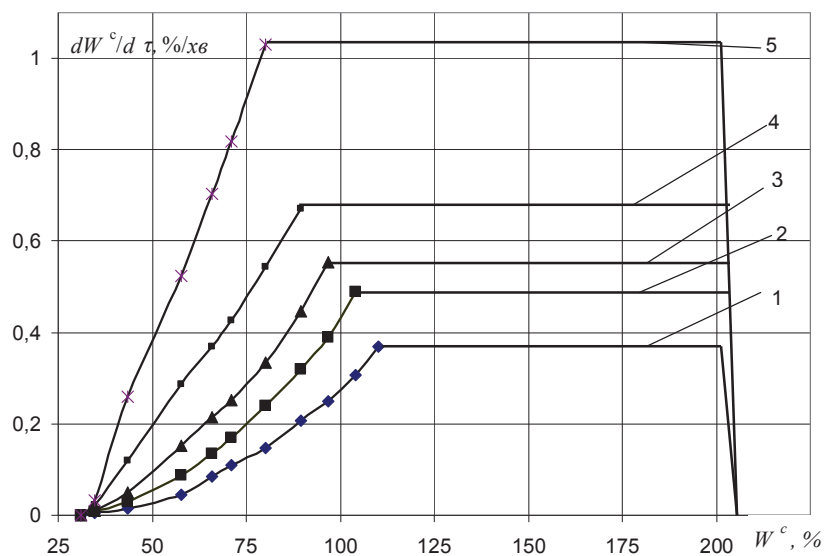
$$90 \text{ °С} - dW/d\tau = 0,00003W^2 + 0,008W - 0,28 \text{ при } R2 = 0,92;$$

$$100 \text{ °С} - dW/d\tau = 0,0004W^2 + 0,017W - 0,57 \text{ при } R2 = 0,92.$$

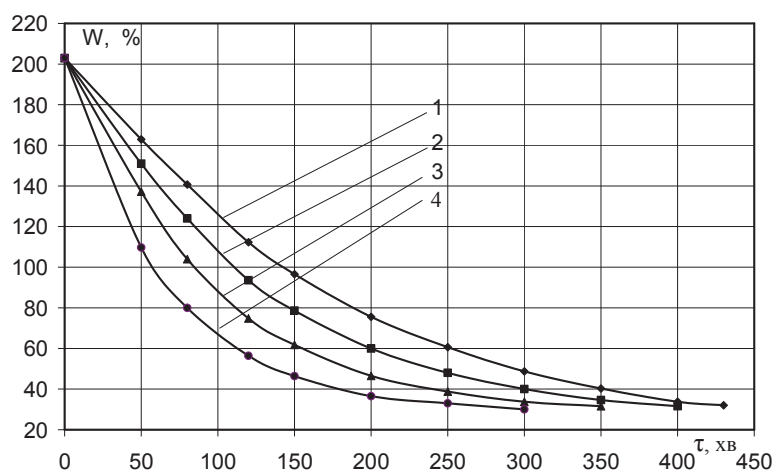
З рисунку відсутній період прогріву глоду, а спостерігається період сталої (перший період) і спадаючої (другий період) швидкості сушіння.

На рис. 3. представлені криві сушіння плодів глоду сорту Шаміль з використанням струмів високої частоти. Сушіння здійснювалося при чотирьох рівнях використання номінальної потужності магнетрону — 300, 500, 700 і 1000 Вт. Із графіків видно, що процес сушіння плодів глоду залежить від рівня магнетрону. Так, при потужності магнетрону 300 Вт сушіння глоду з початковим вологовмістом 550 % до кінцевого 24 % проходив протягом 50 хв., а починаючи з потужностей магнетронів 500, 700 і 1000 Вт про-

цес сушіння проходив, відповідно, 37, 28 і 20 хв. Таким чином, тривалість процесу сушіння зменшується з підвищенням магнетрону до максимальної потужності (1000 Вт) в 1,6 рази.



**Рис. 2 – Криві швидкості конвективного сушіння глуду сорту Шаміль при температурах, °С: 1 – 60, 2 – 70, 3 – 80, 4 – 90, 5 – 100**



**Рис. 3 – Криві мікрохвильового сушіння глуду сорту Шаміль при потужності магнетрону, Вт: 1 – 300, 2 – 500, 3 – 700, 4 – 1000**

Апроксимуючи дані першого періоду мікрохвильового сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються лінійному закону. Для потужності магнетрону:

300 Вт –  $W = -0,756\tau + 202$  при  $R2 = 0,98$ ;

500 Вт –  $W = -0,915\tau + 200$  при  $R2 = 0,99$ ;

700 Вт –  $W = -1,246\tau + 202$  при  $R2 = 0,99$ ;

1000 Вт –  $W = -1,87\tau + 203$  при  $R2 = 0,98$ ,

Апроксимуючи дані другого періоду мікрохвильового сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються логарифмічному закону.

300 Вт –  $W = -64,2 \ln(\tau) + 417,25$  при  $R2 = 0,99$ ;

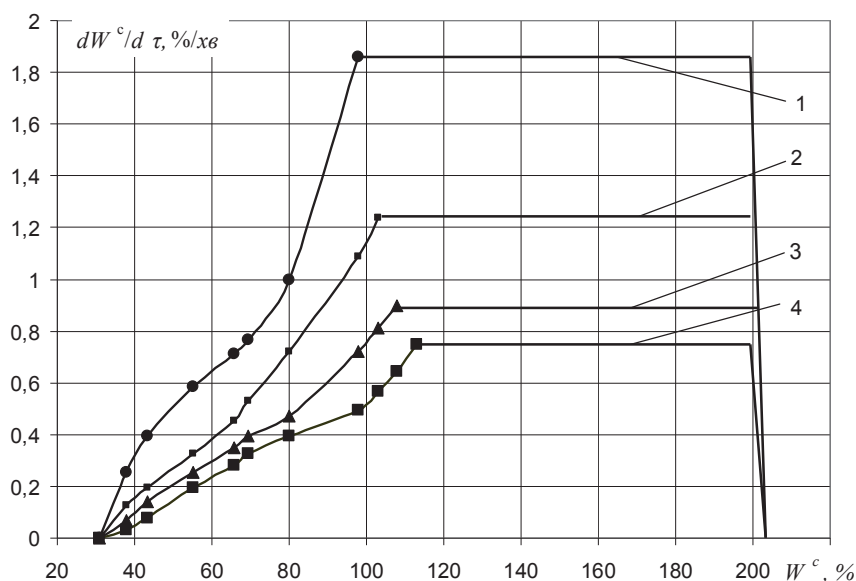
500 Вт –  $W = -52,4 \ln(\tau) + 340,8$  при  $R2 = 0,98$ ;

700 Вт –  $W = -49 \ln(\tau) + 312$  при  $R2 = 0,98$ ;

1000 Вт –  $W = -44,8 \ln(\tau) + 278$  при  $R2 = 0,96$ ,

де  $W$  – вологовміст, %;  $\tau$  – час, хв;  $R2$  – коефіцієнт кореляції.

В результаті обробки кривих мікрохвильового сушіння отримані залежності швидкості сушіння глоду Шаміль від вологовмісту (рис. 4), що дають змогу проаналізувати характерні особливості глоду. При виведенні рівняння кінетики сушіння з експериментальних залежностей  $dW/d\tau$  встановили, що на першій стадії швидкість сушіння можна приблизно вважати постійною. З підвищенням температури теплоносія вона зростає від 0,75 кг/(кг·хв) (для 300 Вт) до 1,86 кг/(кг·хв) (для 1000 Вт).



**Рис. 4 – Криві швидкості мікрохвильового сушіння глоду сорту Шаміль при потужності магнетрону, Вт: 1 – 300, 2 – 500, 3 – 700, 4 – 1000**

Апроксимуючи дані другого періоду швидкості мікрохвильового сушіння, вивели апроксимаційні рівняння, при потужності магнетрону:

$$300 \text{ Вт} - dW/d\tau = 0,00002W^2 - 0,0063W - 0,213 \text{ при } R2 = 0,99;$$

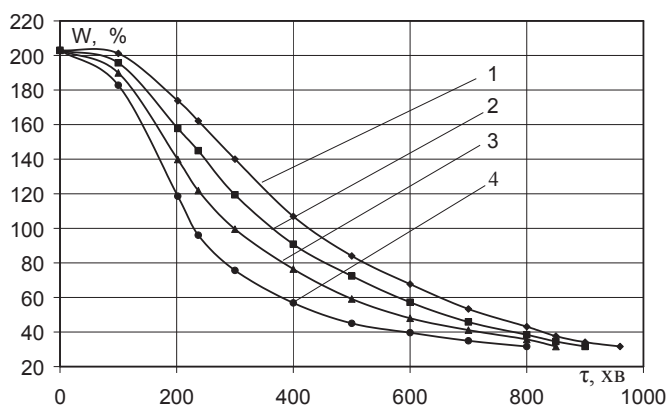
$$500 \text{ Вт} - dW/d\tau = 0,00004W^2 - 0,0054W - 0,19 \text{ при } R2 = 0,98;$$

$$700 \text{ Вт} - dW/d\tau = 0,0001W^2 - 0,0028W - 0,148 \text{ при } R2 = 0,99;$$

$$1000 \text{ Вт} - dW/d\tau = 0,0002W^2 - 0,0051W + 0,068 \text{ при } R2 = 0,98,$$

де  $W$  – вологовміст, %;  $\tau$  – час, хв;  $R2$  – коефіцієнт кореляції.

На рис. 5. представлені криві кондуктивного сушіння плодів глоду сорту Шаміль при температурах теплоносія в діапазоні 60...90 °С.



**Рис. 5 – Криві кондуктивного сушіння глоду сорту Шаміль при температурах, °С: 1 – 60, 2 – 70, 3 – 80, 4 – 90**

З рисунку видно, що період прогріву глуду, зі зростанням температури теплоносія з 60 до 100 оС відповідно зменшується з 50 до 5 хвилин. Період сталої швидкості сушіння спостерігається до першої критичної точки.

Апроксимуючи дані першого періоду кондуктивного сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються лінійному закону.

Для температур теплоносія:

$$60\text{ }^{\circ}\text{C} - W = -0,318\tau + 236 \text{ при } R2 = 0,997;$$

$$70\text{ }^{\circ}\text{C} - W = -0,354\tau + 229 \text{ при } R2 = 0,986;$$

$$80\text{ }^{\circ}\text{C} - W = -0,459\tau + 234 \text{ при } R2 = 0,98;$$

$$90\text{ }^{\circ}\text{C} - W = -0,63\tau + 246 \text{ при } R2 = 0,98,$$

де  $W$  — вологовміст, %;  $\tau$  — час, хв;  $R2$  — коефіцієнт кореляції.

Апроксимуючи дані другого періоду кондуктивного сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються логарифмічному закону.

$$60\text{ }^{\circ}\text{C} - W = -93,26 \ln(\tau) + 667 \text{ при } R2 = 0,99;$$

$$70\text{ }^{\circ}\text{C} - W = -84 \ln(\tau) + 600 \text{ при } R2 = 0,98;$$

$$80\text{ }^{\circ}\text{C} - W = -74 \ln(\tau) + 524 \text{ при } R2 = 0,98;$$

$$90\text{ }^{\circ}\text{C} - W = -60,5 \ln(\tau) + 427 \text{ при } R2 = 0,94,$$

де  $W$  – вологовміст, %;  $\tau$  – час, хв;  $R2$  – коефіцієнт кореляції.

В результаті обробки кривих кондуктивного сушіння отримані залежності швидкості сушіння глуду Шаміль від вологовмісту (рис. 6), що дають змогу проаналізувати характерні особливості глуду. При виведенні рівняння кінетики сушіння з експериментальних залежностей  $dW/d\tau$  встановили, що на першій стадії швидкість сушіння можна приблизно вважати постійною. З підвищенням температури теплоносія вона зростає від 0,313 кг/(кг·хв) (для 60 °С) до 0,64 кг/(кг·хв) (для 90 °С).

Проаналізувавши другий період кондуктивного сушіння вивели апроксимаційні рівняння при температурах:

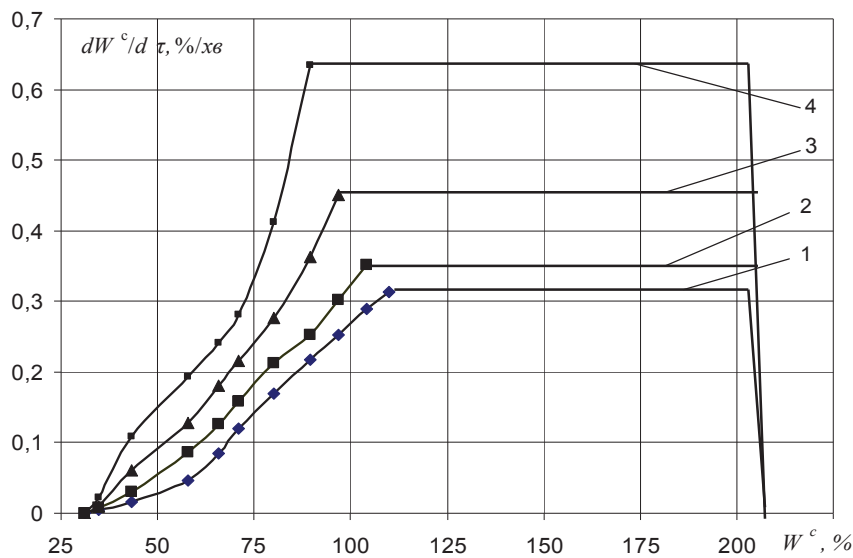
$$60\text{ }^{\circ}\text{C} - dW/d\tau = 0,00003W^2 + 0,0001W - 0,038 \text{ при } R2 = 0,98;$$

$$70\text{ }^{\circ}\text{C} - dW/d\tau = 0,00003W^2 + 0,0011W - 0,065 \text{ при } R2 = 0,97;$$

$$80\text{ }^{\circ}\text{C} - dW/d\tau = 0,00005W^2 - 0,00005W - 0,0467 \text{ при } R2 = 0,95;$$

$$90\text{ }^{\circ}\text{C} - dW/d\tau = 0,0001W^2 - 0,0072W + 0,109 \text{ при } R2 = 0,92,$$

де  $W$  – вологовміст, %;  $\tau$  – час, хв  $R2$  – коефіцієнт кореляції.



**Рис. 6 – Криві швидкості кондуктивного сушіння глуду сорту Шаміль при температурах, °С: 1 – 60, 2 – 70, 3 – 80, 4 – 90**

Висновок.

Встановлено значну антиоксидантну властивість плодів глуду та продуктів його переробки, що вказує на перспективу їх використання у якості природних антиокислювачів та у виробництві продуктів функціонального призначення.

### Література

1. Скорикова Ю.Г. Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов / Ю.Г. Скорикова. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 203 с.
2. Мурадов М.С. Изучение свойств полифенольных соединений плодов бузины и боярышника / М.С. Мурадов, Т.Н. Даудова, Л.А. Рамазанова // Материалы всерос.науч.-практ. конф. «Химия и технологии в медицине». – Махачкала; ДГУ, 2001. – С. 214–216.
3. Рязанова О.А. Биохимический состав ягод боярышника, произрастающего в Кемеровской области / О.А. Рязанова, Ю.В. Третьякова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – №6. – С. 56–57.
4. Гудковский В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / В.А. Гудковский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – №4. – С.13–19.

УДК 664.854

## ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛОДІВ ГЛОДУ ПРИ КОНВЕКТИВНОМУ СУШІННІ

<sup>1</sup>Дубковецький І.В., канд. техн. наук, <sup>1</sup>Малежик І.Ф., д-р техн. наук, <sup>2</sup>Євчук Я.В. \*

<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій, м.Київ,

<sup>2</sup>Уманський національний університет садівництва, м.Умань

*Розглянуто питання підвищення якості сушеної продукції за рахунок обґрунтовано підібраної біологічно цінної плодової сировини – плодів глоду, а також наведено результати зміни їх хімічного складу в процесі сушіння контактним методом залежно від тривалості та температури теплоносія й встановлено оптимальні режими сушіння плодів сортів або видів глоду.*

*The question of upgrading of the dried products is considered due to reasonably neat biologically valuable fruit raw material - garden-stuffs of hawthorn and also results over of change of them are brought chemical composition in the process of drying a pin method depending on duration and temperature of coolant-moderator and the optimal modes of drying of garden-stuffs of sorts are set, or types of hawthorn.*

**Ключові слова:** конвективне, мікрохвильове і кондуктивне сушіння глоду, каротин, аскорбінова кислота та поліфенольні сполуки.

Важливим критерієм цінності плодів глоду є наявність в них антиоксидантних речовин, однією з яких є аскорбінова кислота (вітамін С). Відомо, що вона володіє специфічними антирадіаційними та протіокислювальними властивостями, позитивно діє на центральну нервову систему [3]. Відомо, що аскорбінова кислота активно бере участь у різних обмінах речовин і визначає їх винятково широкий спектр дії та безліч показань до застосування здоровими і хворими людьми. Вона має сильні відновлюючі властивості, а утворена при її окисленні дегідроаскорбінова кислота прямопропорційно пов'язана з антиоксидантними властивостями цього компоненту [4].

Аскорбінова кислота відноситься до водорозчинних речовин (вітамінів), але під дією будь-якої теплової обробки, у тому числі при сушінні, швидко окислюється. Відомо, що плоди глоду переробляються протягом тривалого часу після збирання врожаю. У зв'язку із чим гостро постало питання вивчення збереженості вітаміну С у плодах після процесу переробки. В проведених експериментальних дослідженнях при різних температурах і методах сушіння, а також у заданому інтервалі часу, досліджували зміну вмісту аскорбінової кислоти, як найбільш термолабільного показника вітамінної цінності глоду.

Як видно з рис. 1, зниження вмісту аскорбінової кислоти відбувається як при збільшенні температури теплоносія так і при збільшенні тривалості сушіння від 34 до 13,6 мг/100 г. глоду.

Вміст біологічно активних речовин глоду може слугувати важливим компонентом в організації здорового і функціонального харчування населення. Тому аналіз поліфенольних сполук та їх окремих класів є важливим при вивченні біологічної цінності плодів глоду з високим вмістом цих сполук [1].

Відомо [2], що поліфеноли є активними метаболітами і відіграють важливу роль в різноманітних фізіологічних функціях, в тому числі стійкість до інфекційних захворювань. Від вмісту поліфенолів залежить забарвлення, аромат та смак плодів. Нами встановлена залежність загальної кількості поліфенолів у плодах глоду сорту Шаміль, висушених конвективним методом (рис. 2). Зниження вмісту поліфенолів відбувається як при збільшенні температури теплоносія так і при збільшенні тривалості сушіння від 1530 до 462 мг/100 г. глоду.