

ISSN 2073-8730

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ODESA NATIONAL
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



НАУКОВІ
ПРАЦІ
SCIENTIFIC
WORKS

Том 87
Випуск 1

Volume 87
Issue 1

ОДЕСА
2023



sciworks.ontu.edu.ua



Національна бібліотека України
імені В. І. Вернадського



УДК 664.854
DOI <https://doi.org/10.15673/swonaft.v87i1.2693>

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІНІВ ПРИДАТНОСТІ ДО СПОЖИВАННЯ ПЛОДІВ ГЛОДУ ПІСЛЯ ТЕРМОРАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ

Дубковецький І.В., канд. техн. наук, доцент¹, Тарасенко Т. В., канд. техн. наук, доцент²,
Бадах В. М., канд. техн. наук, доцент²

¹Національний університет харчових технологій, м. Київ

²Національний авіаційний університет, м. Київ

Анотація. На сьогодні найефективнішим способом зневоднення харчових продуктів для консервування є сушка. Таким чином, головним завданням процесу сушіння є досягнення найвищої якості при мінімальному споживанні енергії. У даній роботі представлено дослідження кінетики сушіння глоду Алмаатинського при одночасному терморадіаційному і конвективному енергопідведенні. В роботі висвітлені питання знаходження раціонального співвідношення між кількістю витраченої теплоти від зовнішнього конвективного калорифера і терморадіаційних генераторів. Розглянуто зміни якості сушених продуктів переробки глоду під час зберігання. Зберігання різних сортів глоду здійснювалось у двох видах поліетилентерафталатових пакетів та картонно-поліетиленових коробках в повітряному середовищі. В картонно-поліетиленовій тарі при зберіганні інтенсивніше відбувались втрати каротину ніж в поліетилентерафталатових пакетах, зокрема після року зберігання глоду Алмаатинський зниження відбулось на 60 і 47 % відповідно. Згідно досліджень, аналогічно як і для каротину після року зберігання втрати аскорбінової кислоти для глоду Алмаатинський становили 48% в поліетилентерафталатових пакетах і 70% в картонно-поліетиленовій тарі. Проведені дослідження показали, що висушені терморадіаційно-конвективним енергопідведенням плоди глоду при зберіганні втрачають вміст Р-активних речовин в його хімічному складі за рахунок ферментативних процесів окиснення та гідролізу високомолекулярних речовин. Найвищу якісну оцінку отримали зразки глоду висушені терморадіаційно-конвективним енергопідведенням, що зберігалися в поліетилентерафталатових пакетах з ламінованою поверхнею. Децю нижчі органолептичні показники якості у зразків глоду були після зберігання в картонно-поліетиленових коробках, що є наслідком нещільності прилягання плодів в картонно-поліетиленових коробках та присутності доступу повітря.

Ключові слова: глід, терморадіаційно-конвективне сушіння, зберігання, поліетилентерафталатові пакети, картонно-поліетиленова тара, аскорбінова кислота, каротин, поліфеноли.

Глід – рідкісна і цінна лікарська сировина, його заготовляють восени, внаслідок чого виникають проблеми з переробкою, ефективним зберіганням та транспортуванням. Цю проблему можна вирішити, якщо висушити свіжозібрані плоди. Сушені продукти мають багато переваг перед свіжими завдяки тривалому зберіганню. У зв'язку з цим все більшої актуальності набуває питання наукового обґрунтування методів переробки плодів глоду та раціональних технологічних режимів збереження поживних речовин у кінцевому продукті.

Метою даної роботи є розроблення технологічного процесу для виробництва сухого глоду за допомогою різних методів енергопідведення і їх комбінації.

Недоліком терморадіаційного сушіння є те, що енергія інфрачервоного випромінювання не нагріває повітря в камері сушарки, а в основному поглинається поверхнею висушуваного матеріалу. Повітря в камері не достатньо прогріте і відносна вологість залишається високою і має низький потенціал насичення. Нагрів навколишнього середовища при терморадіаційному сушінні відбувається за рахунок тепловіддачі від поверхні продукту. Втрачена теплота повинна бути компенсована додатковим опроміненням продукту, що призводить до розтріскування поверхні, утворення деформації, погіршення структури та зовнішнього вигляду. Підведення до камери конвективної теплоти необхідне для забезпечення низької відносної вологості повітря в камері, а одночасний підвід в імпульсному режимі енергії інфрачервоного випромінювання забезпечить ефективний прогрів поверхні продукту.

Зрілі плоди Алмаатинського глоду очищали від кісточок та поміщали в один шар на спеціальну металеву сітку товщиною 8 мм і здійснювали терморадіаційно-конвекційне сушіння [1]. Сушіння здійснювали шляхом опромінювання генераторами із довжиною хвиль 1,3...3,0 мкм зверху і знизу в різних пропорціях конвекції та терморадіації. Величина опромінення радіаційних генераторів варіювалась в межах $E=2...8$ кВт/м², а тепло що подавалось конвекцією потужністю 1...2 кВт. Відстань від глоду до опромінювачів складала 14...16 см, а швидкість руху повітря в примежовому шарі продукту становила 5,5 м/с.

Згідно експериментальних даних терморадіаційно-конвективного сушіння глоду Алмаатинського побудовано узагальнені криві сушіння (рис. 1) і швидкості сушіння згідно зміни пропорцій потужностей конвективного нагрівача і радіаційних випромінювачів.

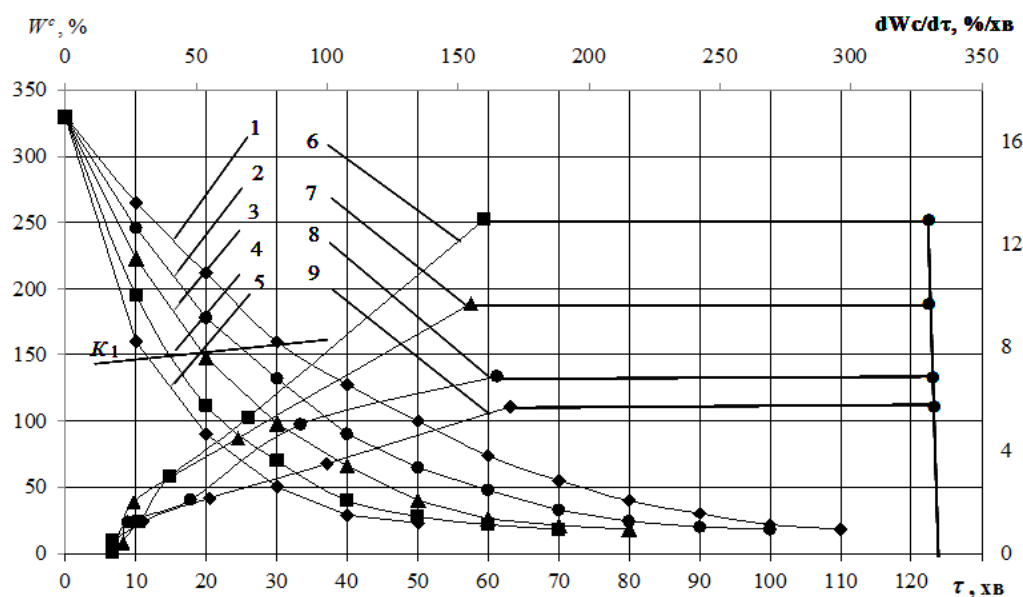


Рис. 1 – Кінетика терморадіаційно-конвективного сушіння і швидкостей сушіння глуду Алмаатинського згідно відношень потужностей конвективного нагрівача і радіаційних випромінювачів: 1, 9 –1:1; 2, 8–1:1,5; 3, 7–1:2,0; 4, 8–1:2,5; 5 –1:3

В процесі узагальнення даних періодів сушіння глуду Алмаатинський, вивели рівняння зміни вологовмісту від тривалості зневоднення та зміни пропорцій потужностей зовнішнього конвективного підігрівача і потужності опромінення:

Перший період сушіння:

$$W^c = (-5,4 \cdot (K/T) \tau + 0,9) \tau + 1,4 (K/T) + 328 \text{ при } R^2 = 0,91;$$

Другий період сушіння:

$$W^c = 390 (K/T)^{-0,46} e^{\tau (0,01(K/T) + 0,016)} \text{ при } R^2 = 0,94,$$

де W^c – вологовміст глуду, %; τ – тривалість, хв; K/T – відношення пропорцій потужностей конвективного підігрівача та радіаційних випромінювачів з діапазоном довжин хвиль 0,75...1,5 мкм; R^2 – коефіцієнт кореляції.

Обробка дослідних результатів швидкостей сушіння $dW^c/d\tau$ (рис 1.) спостерігається в першому періоді при відношеннях потужностей конвективного підігрівача та радіаційних випромінювачів від 1:1 до 1:2,5 зростання швидкості сушіння для глуду Алмаатинський від 5,7 до 13 %/хв.

Проаналізувавши другий період сушіння глуду Алмаатинський, вивели для всіх співвідношень рівняння впливу вологовмісту W^c глуду та відстані від опромінювачів до глуду на зміну швидкості сушіння $dW^c/d\tau$.

$$dW^c/d\tau = (2,16(K/T) + 0,061) \ln W^c - 6,52(K/T) + 0,073 \text{ при } R^2 = 0,96.$$

Провівши терморадіаційно-конвективне сушіння знаходили вплив відношення потужностей конвективного підігрівача та радіаційних випромінювачів на зміну органолептики та хімічного складу глуду Алмаатинського. Біологічна цінність висушеного глуду Алмаатинського багато в чому залежить від вмісту вітамінів, особливо, аскорбінової кислоти, β -каротину і поліфенольних сполук. Вміст вітамінів в сухому глуді наведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив відношення потужностей конвективного підігрівача та радіаційних випромінювачів на хімічний склад сухого глуду

Відношення потужностей конвективного підігрівача та радіаційних випромінювачів	Тривалість сушіння глуду, хв.	На сухий залишок				
		%		мг/100 г		
		вміст пектину	титровані кислоти	аскорбінова кислота	поліфенольні сполуки	β -каротин
Глід Алмаатинський						
1:1	120	10,3	3,2	22,7	1420	12,9
1:1,5	100	10,7	3,4	25,3	1465	12,8
1:2	80	10,5	3,5	25,2	1400	13,2
1:2,5	70	9,5	3,2	23,6	1380	12,5
1:3	60	7,9	2,3	17,9	1250	12,0

З рис. 2 спостерігається, що збільшення енергії випромінювання в співвідношенні конвективної і термо-радіаційної теплоти призводить до зменшення енергії на 1 кг сухого глоту і з 7,7 до 5 кВт год/ кг сухого глоту.

В сухого глоту Алмаатинський при відношенні потужності конвективного підігрівача та радіаційних випромінювачів 1:1,5...1:2 спостерігались найвищі органолептичні і фізико-хімічні (кількість аскорбінової кислоти, β -каротину та поліфенольних сполук) складові і діапазон даного відношення доцільно застосовувати при сушінні глоту.

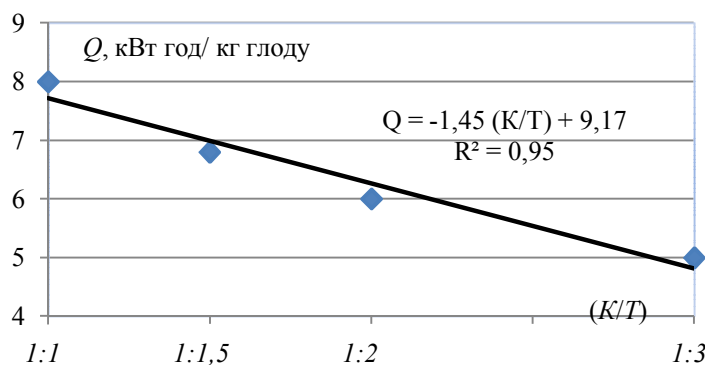


Рис.2 – Вплив відношення потужностей конвективного нагрівача і термо-радіаційних генераторів на зміну витрат енергії сушіння глоту

Зовнішній вигляд глоту Алмаатинського після термо-радіаційно-конвективного сушіння при різних співвідношеннях потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та термо-радіаційних генераторів зображено на рис. 3.

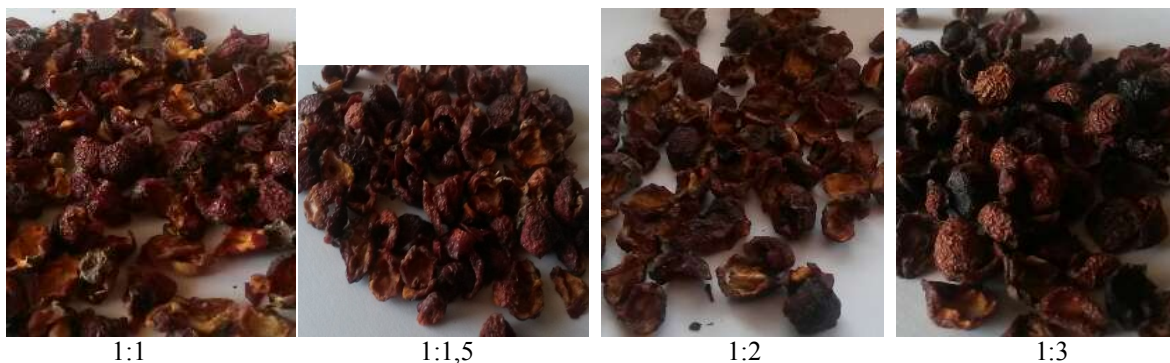


Рис. 3 – Зовнішній вигляд глоту Алмаатинського після термо-радіаційно-конвективного сушіння при різних співвідношеннях потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та термо-радіаційних генераторів

Після сушіння плоди глоту Алмаатинський [2], які мають найвищу біологічну цінність, висушені термо-радіаційно-конвективним методом енергопідведення за температури сушильного агента 80°C закладали на зберігання. Сушений глід фасували в поліетилен-терафталатові герметично закриті пакети з повітряним середовищем і картонно-поліетиленові коробки (типу Тетра-пак) з щільністю $140\text{--}180\text{ г/м}^2$. Маса бруто глоту в двох видах тари становила 100 г. Вимірювання харчової цінності плодів глоту в дослідженні для знаходження раціональних термінів зберігання проводили в інтервалі через кожні три місяці протягом року. Дослідження проводили без доступу світла з температурою повітря $16\text{--}18^{\circ}\text{C}$ та відносній вологості $65\text{--}75\%$. Зміну якісних характеристик закладеної на зберігання продукції визначали органолептично. У всіх зразках спостерігалось повне збереження натурального смаку та значної частини аромату від свіжих плодів глоту. При зберіганні відбувалась значна втрата кольору з його зміною від темно-червоного аж до бордово-коричневого в зв'язку з цукроамінними перетвореннями і реакціями окиснення поліфенольних сполук що є у глоті, та руйнуванням вітаміну С, що був інгібітором протікання небажаних реакцій.

Якість сушених плодів глоту не відрізнялась протягом трьох – шести місяців зберігання в обох матеріалах упаковок і мала ідентичний вигляд. При зберіганні дев'ять – дванадцять місяців спостерігалось значне потемніння плодів та незначне їх усихання. Термо-радіаційно-конвективне сушіння викликало зміни в біохімічному складі глоту і встановлено, що основна втрата поживних речовин плоду відбувається при низькотемпературному зневодненні внаслідок більшої тривалості процесу сушіння.

Біологічна цінність висушених термо-радіаційно-конвективним енергопідведенням плодів глоту обумовлюється наявністю у них вітамінів. Згідно з досліджень, вміст каротину у висушених плодах глоту знижу-

вався в залежності від тривалості зберігання (рис. 4). В картонно-поліетиленовій тарі при зберіганні інтенсивніше відбувались втрати каротину ніж в поліетилентерафталатових пакетах, зокрема після трьох місяців зберігання глуду Алмаатинський зниження відбулось в середньому на 9 і 6 % відповідно. Після шести місяців в картонно-поліетиленовій тарі на 43%, а в в поліетилентерафталатових пакетах на 35%, після року зберігання відповідно на 60 і 47 %. Неістотне зменшення каротину в процесі нетривалого (до 3 міс.) зберігання пояснюється тим, що більшість провітаміну А все ще знаходиться в зв'язаній формі, що зменшує швидкість окиснювальних реакцій, та спричиняє незначні його втрати [3].

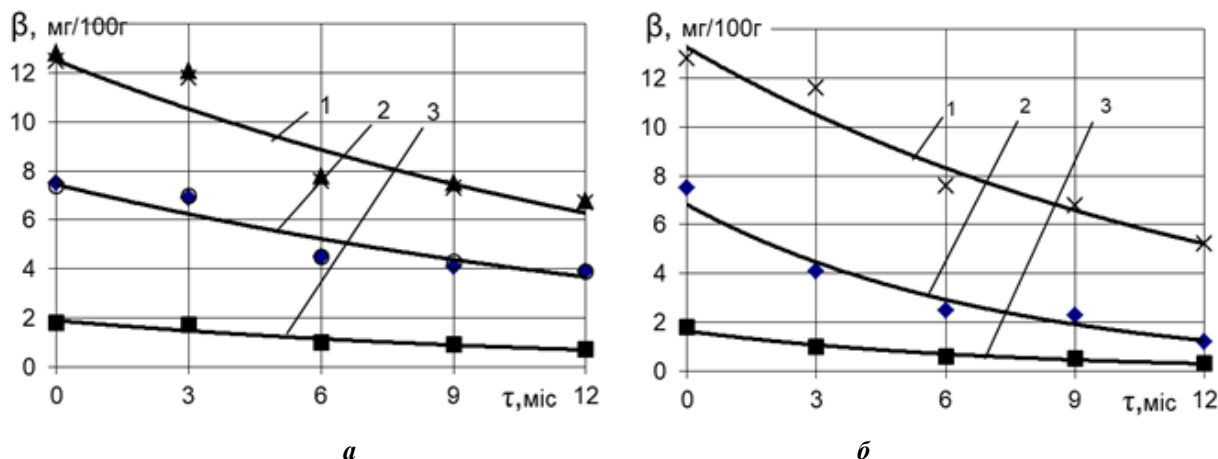


Рис. 4 – Вплив терміну зберігання плодів глуду в поліетилентерафталатових пакетах (рис. а) і в картонно-поліетиленових коробках (рис. б) висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням на зміну вмісту каротину, мг/100 г: 1– глід Алмаатинський; 2 – глід Шаміль; 3 – глід Людмил

Апроксимуючи дослідних даних вмісту каротину в різних сортах плодів глуду під час зберігання показані в табл. 2.

Таблиця 2

Експоненціальні рівняння впливу терміну зберігання плодів глуду висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням на зміну вмісту аскорбінової кислоти

Сорт глуду	Зберігання в поліетилентерафталатових пакетах	Зберігання в картонно-поліетиленових коробках
Алмаатинський	$\beta = 12,5 e^{-0,06\tau}$, $R^2 = 0,87$	$\beta = 13,3 e^{-0,08\tau}$, $R^2 = 0,96$
Шаміль	$\beta = 7,5 e^{-0,06\tau}$, $R^2 = 0,88$;	$\beta = 6,8 e^{-0,14\tau}$, $R^2 = 0,95$;
Людмил	$\beta = 1,9 e^{-0,08\tau}$, $R^2 = 0,87$	$\beta = 1,63 e^{-0,14\tau}$, $R^2 = 0,95$

τ – тривалість зберігання, міс; β – вміст каротину в гліді, мг/100 г.

На рівні з каротином, якість висушеного глуду оцінюється наявністю в ньому аскорбінової кислоти. Зміна вмісту аскорбінової кислоти під час зберігання слугує тест-показником якості сушеного глуду [4, 5] показана на рис. 5.

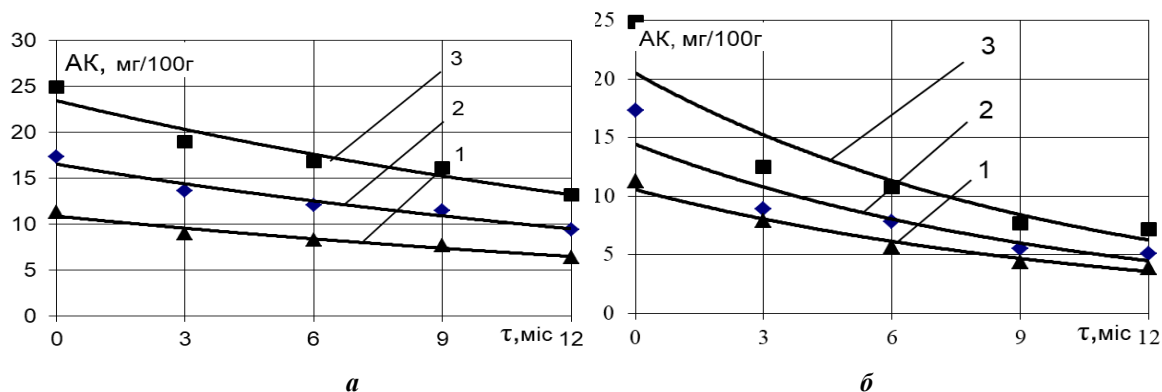


Рис. 5 – Вплив терміну зберігання плодів глуду в поліетилентерафталатових пакетах (рис. а) і в картонно-поліетиленових коробках (рис. б) висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням на зміну вмісту аскорбінової кислоти, мг/100 г: 1– глід Алмаатинський; 2 – глід Шаміль; 3 – глід Людмил

Пакуванню на зберігання підлягали плоди з найвищим вмістом аскорбінової кислоти після терморадіаційно-конвективного сушіння. Згідно з досліджень втрати аскорбінової кислоти при зберіганні проходять досить інтенсивно після року зберігання. Процес зменшення аскорбінової кислоти глодом пояснюється окисненням аскорбінової кислоти до дегідроаскорбінової, а згодом і до фізіологічно інертних форм – 2,3 дикетоглуконової кислоти.

Згідно досліджень, аналогічно каротину для аскорбінової кислоти до трьох місяців зберігання втрати проходили менш інтенсивно і для глоту Алмаатинський становили 20% в поліетилентерафталатових пакетах і 32% в картонно-поліетиленовій тарі. Після року зберігання втрати становили відповідно – 43% та 63%. Для глоту Людмил втрати аскорбінової кислоти за 3 місяці в поліетилентерафталатових пакетах становили 24% в картонно-поліетиленовій тарі – 50%, а після року зберігання – 48% і 70% відповідно.

Апроксимуючи дослідні дані, одержали експоненціальні рівняння впливу терміну зберігання плодів глоту висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням на зміну вмісту аскорбінової кислоти табл. 3.

Таблиця 3

Експоненціальні рівняння впливу терміну зберігання плодів глоту висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням на зміну вмісту аскорбінової кислоти

Сорт глоту	Зберігання в поліетилентерафталатових пакетах	Зберігання у картонно-поліетиленових коробках
Людмил	$AK = 23,5e^{-0,05\tau}, R^2 = 0,93$	$AK = 23,5e^{-0,05\tau}, R^2 = 0,93$
Шаміль	$AK = 16,6e^{-0,046\tau}, R^2 = 0,94$	$AK = 16,6e^{-0,046\tau}, R^2 = 0,94$
Алмаатинський	$AK = 10,9e^{-0,04\tau}, R^2 = 0,95$	$AK = 10,9e^{-0,04\tau}, R^2 = 0,95$

де АК – вміст аскорбінової кислоти в плодах глоту, висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням, мг/100 г.

В наступній серії дослідів проводили дослідження зміни загальної кількості поліфенольних сполук в глоті під час зберігання протягом року (рис. 6.). Найменші втрати поліфенольних сполук простежувались в перші три місяці зберігання в усіх сортах глоту становили 4% в поліетилентерафталатових пакетах і 9 % в картонно-поліетиленовій тарі. Після року зберігання становили відповідно 60 % в поліетилентерафталатових пакетах і 82 % в картонно-поліетиленовій тарі, що пояснюється процесами окиснення глоту при зберіганні.

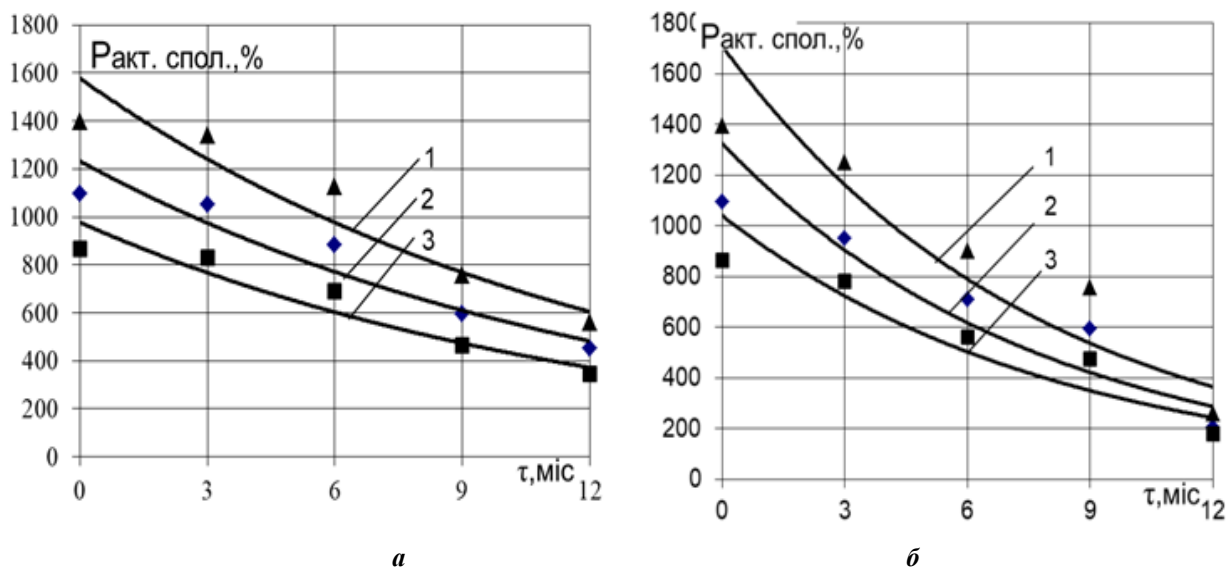


Рис. 6 – Вплив терміну зберігання плодів глоту в поліетилентерафталатових пакетах (а) і в картонно-поліетиленових коробках (б) висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням на зміну загальної кількості поліфенолів, %: 1 – глід Алмаатинський; 2 – глід Шаміль; 3 – Людмил

Апроксимуючи дослідні дані, одержали експоненціальні рівняння впливу терміну зберігання плодів глоту висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням на зміну загальної кількості поліфенолів табл. 4:

Експоненціальні рівняння впливу терміну зберігання плодів глоду висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням на зміну вмісту аскорбінової кислоти

Сорт глоду	Зберігання в поліетиленрафталатових пакетах	Зберігання картонно-поліетиленових коробках
Алмаатинський	$P_{\text{ак. спол.}} = 1557 e^{-0,08 \tau}, R^2 = 0,92$	$P_{\text{ак. спол.}} = 1711 e^{-0,13 \tau}, R^2 = 0,83$
Шаміль	$P_{\text{ак. спол.}} = 1233 e^{-0,08 \tau}, R^2 = 0,92$	$P_{\text{ак. спол.}} = 1326 e^{-0,127 \tau}, R^2 = 0,83$
Людмил	$P_{\text{ак. спол.}} = 977 e^{-0,08 \tau}, R^2 = 0,92$	$P_{\text{ак. спол.}} = 1041 e^{-0,12 \tau}, R^2 = 0,85$

де $P_{\text{ак. спол.}}$ – кількість поліфенолів у плодах глоду.

Згідно результатів досліджень встановлено, що незалежно від тривалості зберігання плодів простежувалося зниження вмісту каротину, аскорбінової кислоти і поліфенольних сполук в глоді.

Експериментальні дослідження показують, що зберігання сухих плодів глоду як у поліетиленрафталатових пакетах, так і в картонно-поліетиленових коробках, сприяє деструкції аскорбінових кислот в глоді. Причому при зберіганні в картонно-поліетиленових коробках втрати вітаміну С більші, ніж під час зберігання в поліетиленрафталатових пакетах. Найвищі показники збереженості аскорбінової кислоти в глоду Алмаатинського в поліетиленрафталатових пакетах, що пояснюється ламінованою поверхнею з прошарком алюмінію упаковки, що не дає вітаміну С руйнуватися під дією променів. Певні втрати аскорбінової кислоти в сортах Шаміль і Людмил пояснюються процесами окиснення заліза, який міститься в зразках глоду, та процесами відновлення дегідроаскорбінових кислот.

Встановлено, що висушені терморадіаційно-конвективним енергопідведенням плоди глоду при зберіганні втрачають вміст Р-активних речовин в його хімічному складі. Дані зміни поліфенольних сполук є наслідком ферментативних процесів окиснення та гідролізу високомолекулярних речовин при зберіганні глоду до олігомерів і полімерів.

Найвищу якісну оцінку отримали зразки висушені терморадіаційно-конвективним енергопідведенням, що зберігалися в поліетиленрафталатових пакетах з ламінованою поверхнею. Деяко нижчі органолептичні показники якості зразків глоду були після зберігання в картонно-поліетиленових коробках. Зниження якості є наслідком нещільності прилягання плодів в картонно-поліетиленових коробках та присутності значної кількості початкового доступу повітря. Нагрівання продукту, що має в своєму складі гексози призводить до утворення оксиметилфурфуролу, та пентоз-фурфуролу. Згідно наших досліджень, в плодах глоду, що зневоднювалися різними способами при зберіганні не спостерігалось утворення оксиметилфурфуролу та фурфуролу. Це пояснюється відсутністю в плодах глоду гексози та пентози, які в парі з амінокислотами могли б утворити в плодах глоду оксиметилфурфуролу. Візуальні перевірка встановила, що в сортах глоду Шаміль та Алмаатинський через пів року зберігання з'явилися коричневі відтінки, та в дев'ять місяців зразки набували світло-коричневого забарвлення, і до 12 місяців зберігання ставали темнішими. Плоди глоду Людмил через пів року зберігання не втрачали жовте забарвлення, та через рік в них проявлявся незначний світло-коричневий відтінок.

Висновки. Згідно з проведеними дослідженнями встановлено, що найкращі органолептичні (зовнішній вигляд) та фізико-хімічні показники простежувалися в сухого глоду Алмаатинський при взаємній дії конвективного підігрівача та радіаційних випромінювачів при співвідношенні впливу 1:1,5...1:2 і діапазон даного відношення доцільно застосовувати при сушінні глоду.

Рациональний термін зберігання (до дев'яти місяців) сушених плодів терморадіаційно-конвективним енергопідведенням з використанням поліетиленрафталатових пакетах з ламінованою поверхнею. Зразки після зберігання за рахунок відсутності світла та повітря відзначалися дещо кращою якістю в порівнянні із глодом, що зберігалися в картонно-поліетиленових коробках. Не зважаючи на це, всі зразки глоду незалежно від сорту та термінів зберігання, залишалися джерелами аскорбінової кислоти, каротину та поліфенольних сполук. Дані результати показників якісного складу зразків вказують на високу біологічну цінність і ефективність застосування терморадіаційно-конвективного сушіння для використання глоду в харчовій промисловості.

References

- Dubkovetskyi I.V., Malezhyk I.F., Strelchenko L.V., Burlaka T.V. (2021) Patent of Ukraine, 121826: Convective-thermal-radiation drying plant State Patent Office of Ukraine, Bulletin
- Dubkovetskyi I.V., Malezhyk I.F., Yevchuk Y.V., Study of the process of convective drying of hawthorn // Scientific journal "Food Industry" - 2012. - №12. - pp. 42-47.
- Strelchenko L., Dubkovetskyi I., Marinin A., Pasichnyi V. (2021). Patent of Ukraine, 136356: Method for storing apple snacks. State Patent Office of Ukraine, Bulletin 15.
- Dubkovetskyi I.V., Malezhyk I.F., Yevchuk Y.V., (2012). Study of biologically active substances during convective, conductive and microwave dehydration of hawthorn varieties *Scientific works*, 41, 87-92.
- Ryazanova O.A., Tretyakova Y.V. (2005). Biochemical composition of hawthorn berries growing in the Kemerovo region. *Storage and processing of agricultural raw materials*, 6, 56.

STUDY OF THE SHELF LIFE OF HAWTHORN FRUITS AFTER THERMALRADIATION-CONVECTIVE DRYING

Dubkovetsky I.V., Ph.D., Associate Professor ¹, Taras Tarasenko,
Valery Badakh Ph.D., Associate Professor ²

¹National University of Food Technologies, Kyiv

²National Aviation University, Kyiv, Ukraine

Abstract. Today, the most effective way of dehydrating food products for canning is drying. Thus, the main task of the drying process is to achieve the highest quality with minimal energy consumption. This paper presents a study of the drying kinetics of Almaty hawthorn with simultaneous thermoradiative and convective energy supply. The work highlights the issue of finding a rational ratio between the amount of heat expended from an external convective heater and thermal radiation generators. Changes in the quality of dried hawthorn products during storage are considered. Storage of different varieties of hawthorn was carried out in two types of polyethylene terephthalate bags and cardboard-polyethylene boxes in an air environment. In cardboard and polyethylene containers, carotene losses occurred more intensively during storage than in polyethylene terephthalate bags, in particular, after a year of storage of hawthorn Almaatynsky, the decrease occurred by 60 and 47%, respectively. According to research, similar to carotene in ascorbic acid, after a year of storage, the loss of ascorbic acid for hawthorn Alma-Ata was 48% in polyethylene terephthalate bags and 70% in cardboard and polyethylene containers. The studies have shown that hawthorn fruits dried by thermal-radiation-convective energy supply lose the content of P-active substances in their chemical composition during storage due to enzymatic processes of oxidation and hydrolysis of high molecular weight substances during hawthorn storage. The highest qualitative assessment was obtained for hawthorn samples dried by thermal-radiation-convective energy supply, stored in polyethylene terephthalate bags with a laminated surface. The organoleptic quality indicators of hawthorn samples were somewhat lower after storage in cardboard and polyethylene boxes, which is a consequence of the loose fit of the fruit in cardboard and polyethylene boxes and the presence of air access.

Keywords: hawthorn, thermalradiation-convective drying, storage, polyethylene terephthalate bags, cardboard and polyethylene packaging, ascorbic acid, carotene, polyphenols.

Список використаної літератури

1. Дубковецький І. В., Малезик І. Ф., Стрельченко Л. В., Бурлака Т. В. (2021) Патент України, 121826: Конвективно-терморадіаційна сушильна установка Державне патентне відомство України, Бюлетень
2. Дубковецький І.В., Малезик І. Ф., Євчук Я. В., Дослідження процесу конвективного сушіння глоду // Науковий журнал «Харчова промисловість» – 2012. – №12. – ст. 42- 47
3. Стрельченко Л., Дубковецький І., Маринін А., Пасічний В. (2021). Патент України, 136356: Спосіб зберігання яблучних снєків. Державне патентне відомство України, Бюлетень 15
4. Дубковецький І.В., Малезик І. Ф., Євчук Я. В., Дослідження біологічно активних речовин при конвективному, кондуктивному і мікрохвильовому зневодненні сортів глоду // Наукові праці ОНАХТ –2012. – вип. 41. – ст. 87-92
5. 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

Отримано в редакцію 11.06.2023

Прийнято до друку 26.11.2023

Received 11.06.2023

Approved 26.11.2023