

The promise is caused by the necessity of spending time for the thorough fastening of cargo on the bodies of vehicles, which is unacceptable in the conduct of high-dynamic combat operations. Cargo should be delivered to the consumers (military units or civilian population) as soon as possible.

During idle, drivers (carriages) are forced to spend time securing their cargoes in the bodies of vehicles in order to prevent them from being damaged or lost when driving on roads that are damaged as a result of hostilities or impassability.

The article provides substantiated scientific and practical recommendations for improving the efficiency of transportation of material and technical means in the conditions of conducting military operations on destroyed roads or off-roads due to the use of an innovative patented technical solution, in particular, due to the use of a patented catch-cap of cargo, which provides reliable fixation MtZ (cargoes) and protection for their transportation on the platform of the vehicle and trailer on roads with damaged surface or be dorizhzhayu. In particular, the article outlines the algorithm and the necessity of using the catch-cap of the cargo.

Key words: vehicles, transport tasks, military transportation, material and technical means, off-road, combat missions, military formations and special services of Ukraine, personnel, combat operations, designated area, specified milestone

УДК 664.48

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ФІЗАЛІСУ

М. М. Муштрук, кандидат технічних наук

ORCID 0000-0002-3646-1226

Національний університет біоресурсів і

природокористування України

e-mail: mixej.1984@ukr.net

Анотація. *Представлені результати дослідження процесу конвективного сушіння фізалісу при постійній температурі на лабораторній сушильній установці, яка дозволяє підтримувати постійну температуру в робочій зоні сушки.*

Розроблено раціональний режим процесу конвективного сушіння фізалісу та оптимальні параметри процесу регідратації відновної здатності для використання сушеної продукції

© М. М. Муштрук, 2018

в приготуванні перших і других страв з максимальним збереженням вітамінів і поживних речовин.

Доведено, що температури сушіння позитивно впливає на економію енергоресурсів і собівартість готового продукту, проте зовнішній вигляд сушених фізалісу краще зберігається при низьких температурах сушки.

Встановлено раціональні температури сушки плодів фізалісу, які забезпечать відновлювальну здатність висушених плодів (для кружечків) температура сушки 70 °С, (для часточок) 90 °С.

В статті показано, що з підвищенням температури сушіння фізалісу (кружечками) клітини зменшуються в об'ємі за рахунок вивільнення з клітинної оболонки вологи, тобто чим вище температура, тим більша кількість вологи у вигляді пари виходить за межі клітин і останні звертаються в невеликий клубок.

Результати досліджень апроксимувати в відповідні рівняння регресії, за допомогою яких можна встановити вологовміст сировини в залежності від температури і тривалості процесу для обох періодів сушіння.

Ключові слова: *плоди фізалісу, конвективна сушка, відновна здатність, температура, період сушіння, вологовміст*

Вступ. Сушіння – не тільки складний процес тепло- і масообміну, але також і складний технологічний процес. Висушений харчовий продукт повинен мати високі показники якості, як органолептичні, так і фізико-хімічні. Оптимальний режим сушіння повинен здійснюватися при мінімальних витратах тепла і енергії і полягати в максимальному збереженні хіміко-технологічних показників якості сировини, що використовується для сушки. Дослідження останніх років спрямовані на вдосконалення способів сушіння, що забезпечують максимальне збереження харчових і смакових властивостей продукту, а також високу ефективність процесу [1].

Для сучасних способів сушки характерна інтенсифікація процесів тепло- і масообміну, яка досягається різними шляхами:

- збільшення поверхні контакту між висушують продуктом і сушильним агентом;
- зниження відносної вологості сушильного агента;
- застосування комбінованого підведення тепла;
- підвищення швидкості переміщення висушується і сушильного агента;
- поєднання зневоднення з різними технологічними процесами (наприклад, заморожування) [2].

Постановка проблеми. На українському ринку представлені велика кількість сухофруктів та овочів в вигляді пластинок, кубиків, порошків і сушених овочів таких, як морква, часник, зелень, прянощі. Серед способів отримання сушених продуктів найбільш поширений конвективний, який досить простий і не вимагає складного обладнання. Інновації в області сушіння стосуються переважно вдосконалення сушильного обладнання та уточнення існуючих режимів для окремих видів сировини. Однак відомостей про сушіння фізалісу дуже мало, так, як його хімічний склад різноманітний і залежить від умов вирощування. Тому наші дослідження спрямовані на розробку оптимального режиму процесу конвективного сушіння фізалісу і здійснення її відновної здатності для використання сушеної продукції в приготуванні перших і других страв з максимальним збереженням вітамінів і поживних речовин [3, 7–10].

Автори роботи [4] стверджують, що теплова обробка овочів збільшує поживну цінність, в результаті чого підвищується засвоєння поживних речовин і антиоксидантна активність організму. Отримані дані вносять істотні зміни в уявлення про переробку плодів і овочів, як про продукти, які мають знижену харчову цінність. Вони допоможуть населенню збільшити вживання плодів і овочів і зменшити ризик виникнення хронічних захворювань.

Результати досліджень. Помиті плоди фізалісу нарізали кружальцями завтовшки 4 мм і четвертинками і проводили сушіння на лабораторній сушильній установці (рис. 1), яка дозволяє підтримувати постійну температуру в робочій зоні сушки.

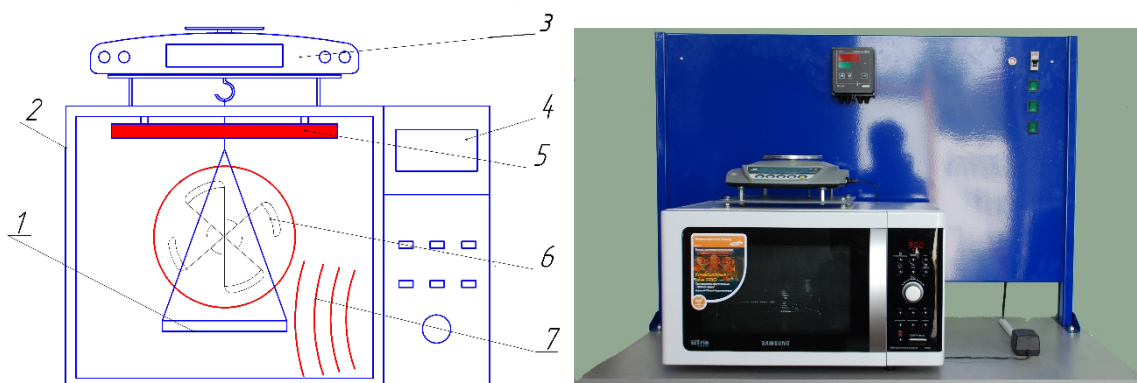


Рис. 1. Схема лабораторної установки: 1 – чаша з висušеним матеріалом, 2 – камера, 3 – електронні ваги, 4 – індикатор температури, 5 – ІЧ нагрівач, 6 – конвективний нагрів, 7 – СВЧ нагрів.

Процес сушки здійснювали при температурах 70, 80, 90 °С для кружечків і 90, 100, 110 °С для шматочків. Такий інтервал температур був обраний тому, що нижче 70 °С сушити сировину недоцільно через значну тривалість процесу і великі енерговитрати для плодів фізалісу,

які нарізані кружечками. А для плодів фізалісу, нарізаних шматочками, температура вище 110 °С, призводять до різкої зміни забарвлення.

За отриманими даними були побудовані графіки залежності вмісту води томатів від тривалості сушіння (рис. 2, рис. 3).

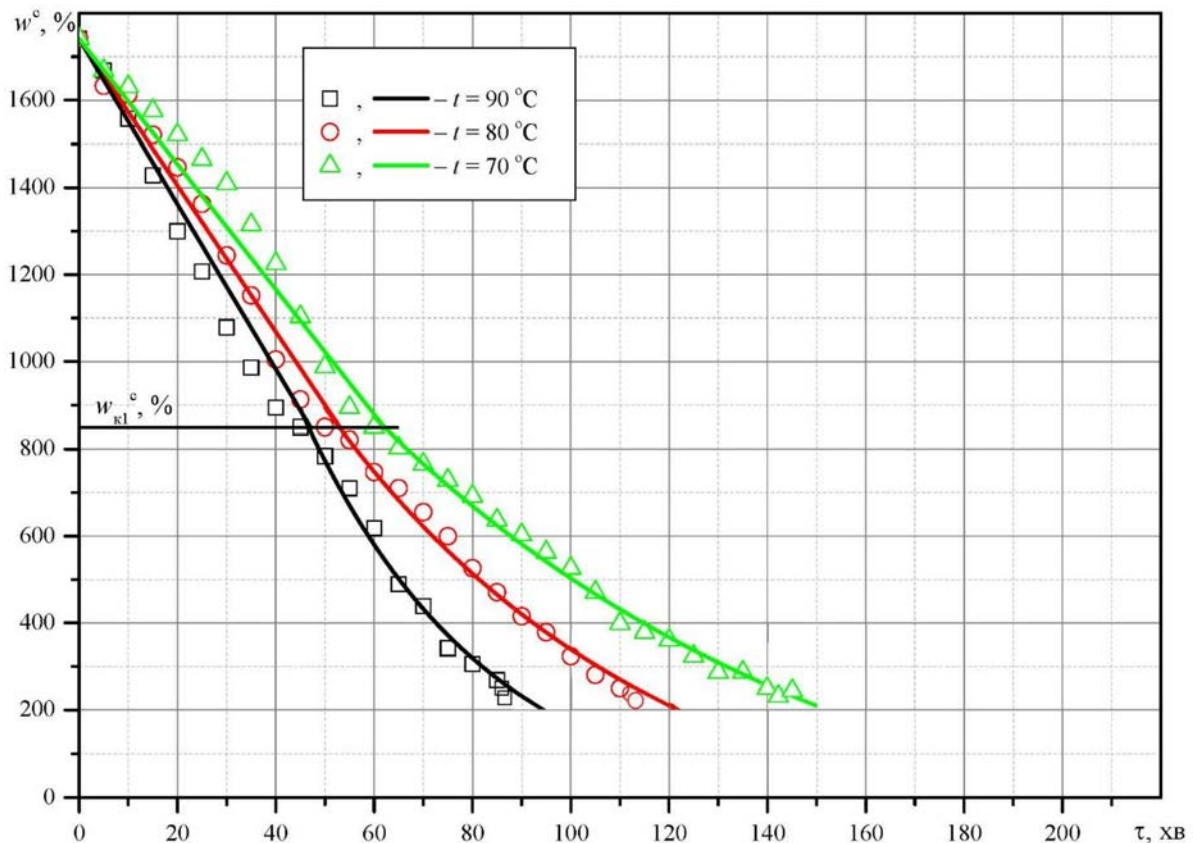


Рис. 2. Залежності вмісту води від тривалості сушіння фізалісу (кружечками) при $t = 70, 80, 90 \text{ } ^\circ\text{C}$

З рис. 2 видно, що перший період сушіння при температурі 95 °С протікає протягом 48 хв.

Другий період сушіння закінчується на 95 хв. з кінцевим вологовмістом 262%, що відповідає вологості 14%.

При висушуванні фізалісу при низьких температурах збільшується тривалість сушіння, яка становить 123 і 150 хв. Відповідно для температур 80 і 70 °С.

З рис. 3 видно, що обидва періоди сушки за тривалістю є довшим, що пов'язано з великими частками фізалісу і на видалення води потрібно затратити більше часу.

Залежність вмісту води від тривалості сушіння можна виразити наступними рівняннями для плодів фізалісу, нарізаних кружечками:

– для першого періоду (від $w^c = 1741 \text{ } \%$ до $w^c_{k1} = 850 \text{ } \%$)
 при $t = 90 \text{ } ^\circ\text{C}$ $w^c = 1741 - 19,8 \cdot \tau,$

при $t = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = 1741 - 19,62 \cdot \tau,$
при $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = 1741 - 14,45 \cdot \tau,$
– для другого періоду ($w_{к1}^c = 250\%$ до $w_{к2}^c$)
при $t = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = -57,16 + 3106,58 \cdot e^{-0,026 \cdot \tau}$
при $t = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = -160,54 + 2227,57 \cdot e^{-0,015 \cdot \tau}$
при $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = -57,16 + 2037,94 \cdot e^{-0,1 \cdot \tau}$

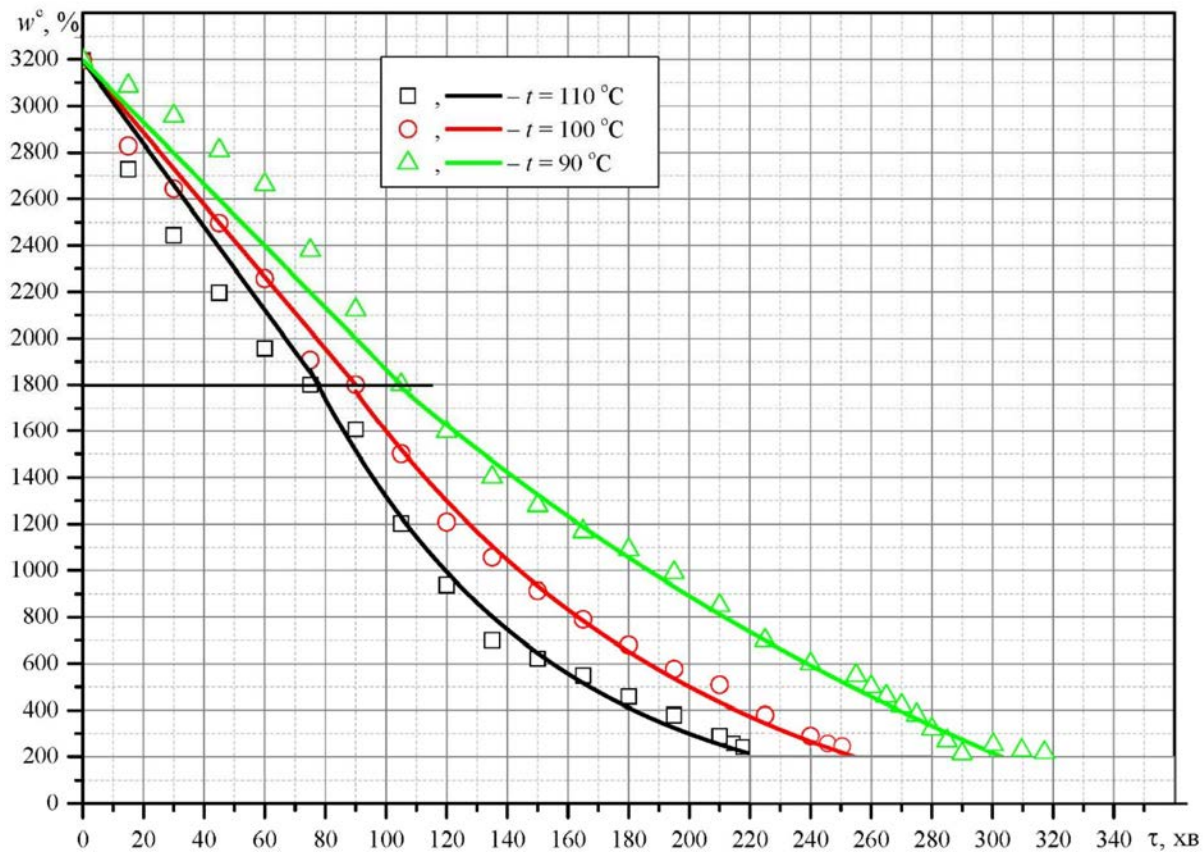


Рис. 3. Залежності вмісту вологи від тривалості сушіння фізалісу (дольками) при $t = 90, 100, 110 \text{ }^\circ\text{C}$.

Залежність вмісту вологи від тривалості сушіння для плодів фізалісу, нарізаних (шматочками) виражається такими рівняннями:

– для першого періоду (від $w^c = 3196\%$ до $w_{к1}^c = 1800 \%$)
при $t = 110 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = 3196 - 17,9 \cdot \tau,$
при $t = 105 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = 3196 - 15,51 \cdot \tau,$
при $t = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = 3196 - 13,3 \cdot \tau,$
– для другого періоду ($w_{к1}^c = 1800\%$ до $w_{к2}^c = 14\%$)
при $t = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = -67,85 + 5228,84 \cdot e^{-0,013 \cdot \tau}$
при $t = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = -305,84 + 4505,03 \cdot e^{-0,009 \cdot \tau}$
при $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ $w^c = -57,16 + 4911,46 \cdot e^{-0,008 \cdot \tau}$

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що краще здійснювати сушку фізалісу кружечками, де загальна тривалість

сушіння менше в два рази, що пов'язано з розмірами шматочків, що висушується.

Зразки висушених плодів фізалісу кружечками зображені на фотографіях (рис. 4, а, б, в), з яких видно, що краще свій первісний колір зберігають висушені плоди при температурі 75 °С.

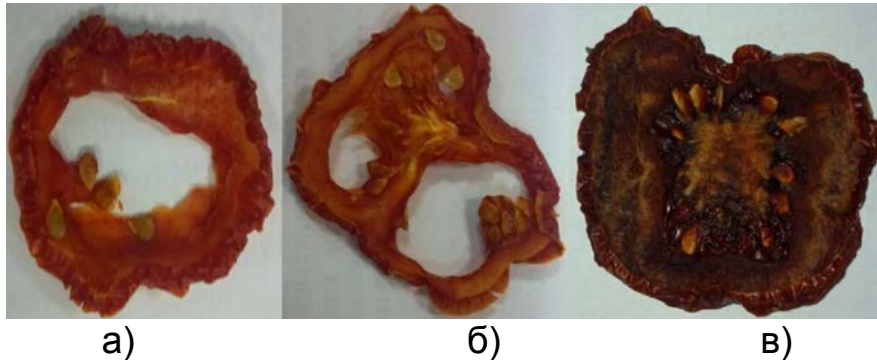


Рис. 4. Зразки висушених фізалісу кружечками при температурах: а) 70 °С; б) 80 °С; в) 90 °С.

При висушуванні фізалісу при температурі 85 °С колір кілька стає тьмяним, а при 95 °С спостерігається вже деякий обвуглювання, що різко погіршує зовнішній вигляд і колір висушених фізалісу.

Зразки висушених плодів фізалісу шматочками зображено на фотографіях (рис. 5, а, б, в), з яких видно, що краще свій первісний колір зберігає фізаліс висушений при 95 °С. З підвищенням температури сушіння зовнішній вигляд і колір висушених фізалісу погіршується.



Рис. 5. Зразки висушених плодів фізалісу шматочками при температурах: а) 90 °С; б) 100 °С; в) 110 °С.

Звичайно сушені продукти вживаються в регідрованому (зволоженому) стані. Тривалість і ступінь регідрування продуктів, висушених традиційними методами, в багатьох аспектах виявляються незадовільними. Кращі регідраційні властивості притаманні продуктам, обробленим методом сублімаційного сушіння

[5, 10–12]. Ці продукти при регідратації на 95 % відновлюють первинну вологість і початкові фізичні властивості, причому процес їх відновлення проходить дуже швидко. Отримані дані по відновлювальній здатності для обох форм висушених фізалісу наведені на рис. 6 і рис. 7.

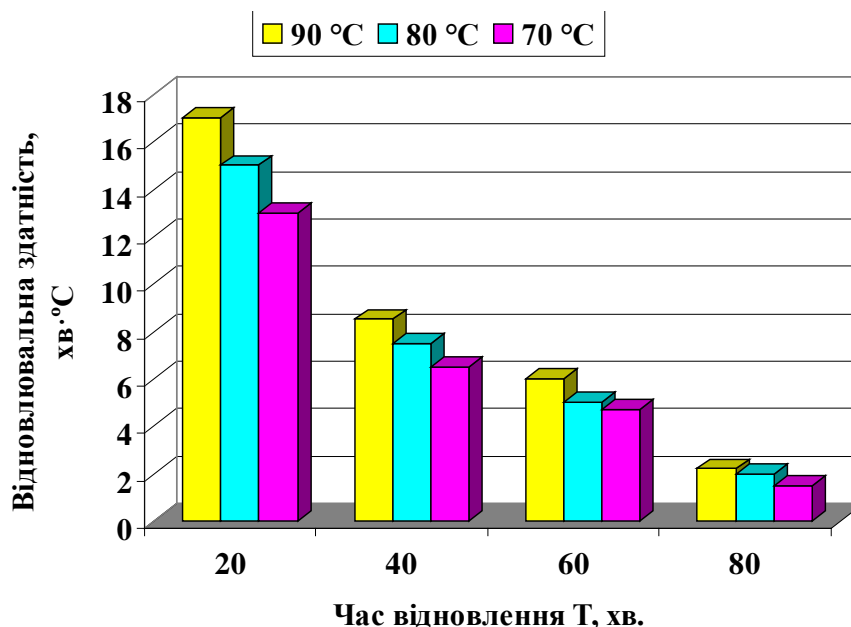


Рис. 6. Вплив температури на відновну здатність фізалісу (кружечками).

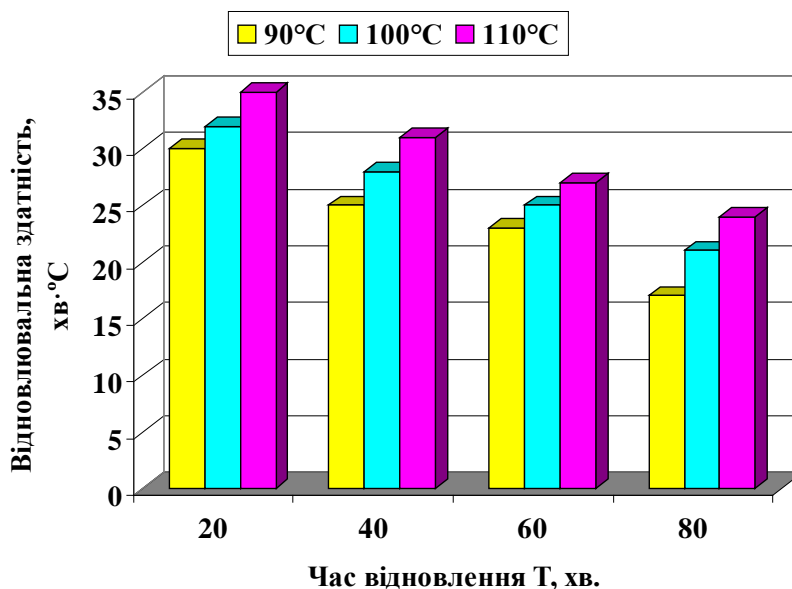


Рис. 7. Вплив температури на відновну здатність фізалісу (шматочками).

Як видно з рис. 6 – рис. 7 краще набухає фізаліс, висушених при температурі сушіння 70 °C, і відновлені при температурі води

80 °С для кружечків, а для часточок краще набухання з наступними параметрами: температура сушки 90 °С, відновлення при температурі води 80 °С.

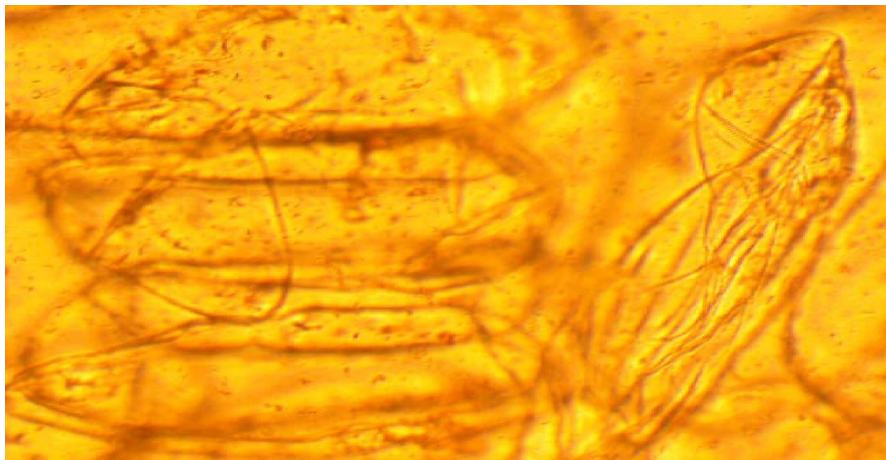


Рис. 8. Мікрофотографія свіжого фізалісу.

Візуалізацію ефектів впливу сушіння на тканини фізалісу спостерігали за допомогою мікроскопії [6, 13, 14]. Мікрофотографування (збільшення в 1000 разів) проводилося для всіх зразків, що підлягають висушуванню.

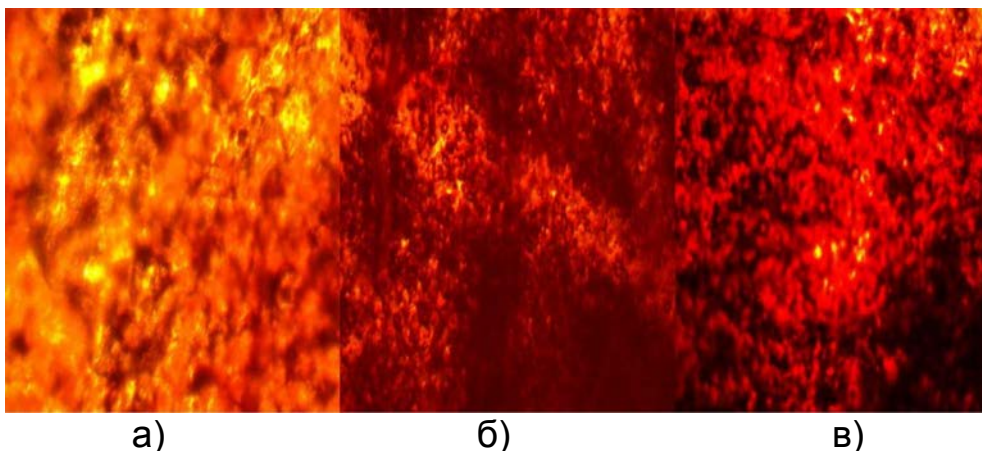


Рис. 9. Мікрофотографія висушеного фізалісу (кружечками) при температурах: а) 70 °С; б) 80 °С; в) 90 °С.

Як видно з мікрофотографій (рис. 9) з підвищенням температури сушіння фізалісу (кружечками) клітини зменшуються в об'ємі за рахунок вивільнення з клітинної оболонки вологи, тобто чим вище температура, тим більша кількість вологи у вигляді пари виходить за межі клітин і останні звертаються в невеликий клубок. А для свіжих фізалісу чітко видно окремі клітини (рис. 8).

За висушених фізалісу шматочками, то аналогічно як і для кружечків, можна спостерігати зміну будови клітин в бік зменшення їх

площі з підвищенням температури від 90 до 110 °С. Яких-небудь істотних змін в мікрофотографіях різної форми висушених фізалісу не видно, однак зрозуміло, що видалення вологи відбувається пропорційно з підвищенням температури (рис. 10). Отримана висушена продукція за змістом вологи відповідає стандарту і складає 14%.

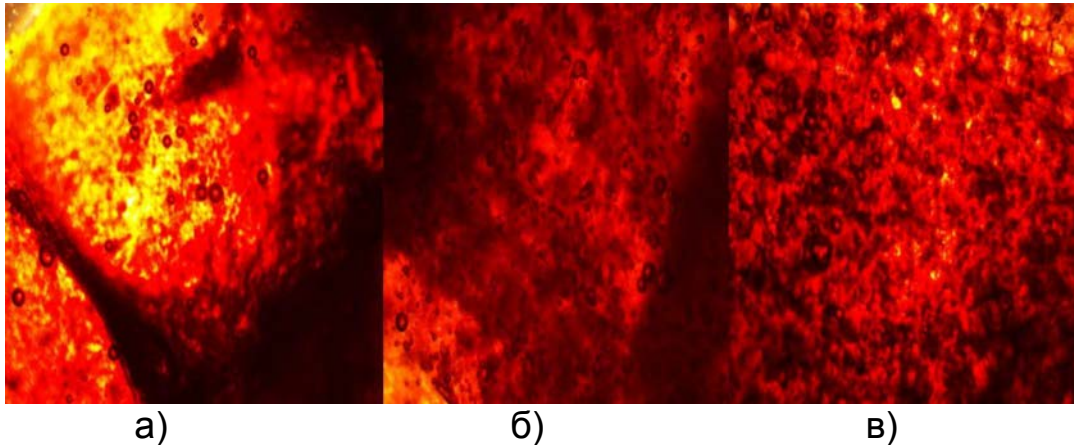


Рис. 10. Мікрофотографія висушеного фізалісу (шматочками) при температурах: а) 90 °С; б) 100 °С; в) 110 °С.

Висновки

Підвищення температури сушіння позитивно впливає на економію енергоресурсів і собівартість готового продукту, проте зовнішній вигляд сушених фізалісу краще зберігається при низьких температурах сушки.

Встановлено раціональні температури сушки фізалісу і води, які забезпечать відновна здатність висушених фізалісу (для кружечків) температура сушки 70 °С і температура води 80 °С, (для часточок) 90 °С при температурі води 80 °С.

Представлені залежності вмісту вологи від тривалості процесу сушіння при різних температурах і доведена можливість їх використання для визначення очікуваного значення вмісту вологи.

Список літератури

1. *Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України: статистичний збірник.* Київ. Державна служба статистики України. 2012. 54 с.
2. *Скрипніков Ю. Г.* Технологія переробки плодів і ягід. Київ. Агропромиздат, 1988. 286 с.
3. *Шутюк В. В., Турчин В. Ю., Василів В. П.* Вплив способів і технологій сушіння на споживчі якості сушених харчових продуктів. Природничі науки та інформаційні технології: XVI наукова конференція ТНТУ імені Івана Пулюя, 5-6 грудня 2012 року. Том I. С. 47.
4. *Devanto B., Vi. X, Adom K.K, Liu P.* Thermal processing tomatoes. INT J FOOD SCI NUTR. P. 2002. Vol. 50. № 10. P. 3010–3014.
5. *Поморцева Т. И.* Технологія хранения и переработки плодоовощной продукции. Москва. ИРПО. 2001. 136 с.

6. Кудряшова А. А. Микробиологические основы сохранения плодов и овощей. Москва. Агропромиздат. 1986. 189 с.
7. Тарасенко Т. А. Теоретичне дослідження способів сушіння овочів та фруктів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2015. № 17. № 4. С. 148–158.
8. Снежкін Ю. Ф. Застосування акумулювання теплової енергії в системах сонячного сушіння. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2011. № 39 (2). С. 208–211.
9. Співак О. Ю., Музичук В. І., Іщенко К. О. Установка для дослідження сушіння сировини. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2012. № 2. С. 88–90.
10. Гальчак В., Коробка С. Дослідження параметрів та режимів роботи повітряно-гравійного акумулятора в конвективній геліосушарці. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: агроінженерні дослідження. 2014. № 18. С. 326–336.
11. Панасюк С. Г., Лисик О. В. Дослідження впливу температури та методів попередньої обробки сировини на процес сушіння. Сільськогосподарські машини. 2014. № 27. С. 85–89.
12. Дмитро О. Б. Аналітичне обґрунтування та моделювання технологій сушеної харчової продукції з органічної овочевої та плодово-ягідної сировини. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: механіко-технологічні системи та комплекси. 2017. Т. 33. С. 99–107.
13. Петрова Ж. О., Снежкін Ю. Ф., Самойленко К. М. Дослідження теплоти випаровування вологи з бетаніновмісної рослинної сировини в процесі зневоднення методом синхронного теплового аналізу. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2015. № 47 (2). С. 33–38.
14. Куценко С. А., Рубан О. А., Ковалевська І. В. Обґрунтування оптимального режиму сушіння маси для інкапсулювання. Український медичний альманах. 2014. № 17. № 1. С. 33–35.

References

1. *Balances and consumption of basic food products by the population of Ukraine: statistical collection.* (2012). Kyiv. State Statistics Service of Ukraine. 54.
2. *Skrypnikov, Yu. G.* (1988). *Technology of fruit and berry processing.* Moscow. Agropromizdat. 286.
3. *Shutyuk, V. V., Turchin, V. Yu., Vasiliev, V. P.* (2012). Influence of methods and technologies of drying on consumer qualities of dried foodstuffs. *Natural sciences and information technologies: XVI scientific conference TNTU named after Ivan Puluj.* December 5-6. Tom I. 47.
4. *Devanto, B., Vi X, Adom, K.K, Liu, P.* (2002). Thermal processing tomatoes. *INT J FOOD SCI NUTR.* Vol. 50. No 10. 3010–3014.
5. *Pomortseva, T. I.* (2001). *Technology of storage and processing of fruit and vegetable production.* Moscow. IRPO. 136.
6. *Kudryashova, A. A.* (1986). *Microbiological bases of preservation of fruits and vegetables.* Moscow. Agropromizdat. 189.
7. *Tarasenko, T. A.* (2015). Theoretical study of methods of drying fruits and vegetables. *Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky.* № 17. № 4. 148–158.
8. *Snezhkin, Yu. F.* (2011). Application of the accumulation of thermal energy in solar drying systems. *Scientific papers Odesa National Academy of Food Technologies.* № 39 (2). 208–211.

9. Singer, O. Yu., Muzychuk, V. I., Ishchenko, K. O. (2012). Installation for studying the kinetics of drying of raw materials. Modern technologies, materials and constructions in construction. № 2. 88–90.
10. Galchak, V., Korotka, S. (2014). Investigation of parameters and operating modes of air-gravel battery in convective helium dryer. Visnyk of Lviv National Agrarian University. Series: agro-engineering research. No 18. 326–336.
11. Panasyuk, S. G., Lisik, O. V. (2014). Investigation of the influence of temperature and methods of preliminary processing of raw materials on the drying process. Agricultural machines. № 27. 85–89.
12. Dmitry, O. B. (2017). Analytical substantiation and modeling of technologies of dried food products from organic vegetable and fruit and berry raw materials. Bulletin of National Technical University "KhPI". Series: mechanic-technological systems and complexes. Vol. 33. 99–107.
13. Petrova, J. A., Snezhkin, Yu. F., Samoilenko, K. M. (2017). Investigation of heat of evaporation of moisture from betanin-containing plant raw materials in process of dehydration by method of synchronous thermal analysis. Scientific papers Odesa National Academy of Food Technologies. № 47 (2). 33–38.
14. Kutsenko, S. A., Ruban, O. A., Kovalevskaya, I. V. (2014). Justification of the optimal dry massing regime for encapsulation. Ukrainian Medical Almanac. № 17. № 1. 33–35.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ФИЗАЛИСА

М. М. Муштрук

Аннотация. *Представлены результаты исследования процесса конвективной сушки физалиса при постоянной температуре на лабораторной сушильной установке, которая позволяет поддерживать постоянную температуру в рабочей зоне сушки.*

Разработан рациональный режим процесса конвективной сушки физалиса и оптимальные параметры процесса регидратирования восстановительной способности для использования сушеной продукции в приготовлении первых и вторых блюд с максимальным сохранением витаминов и питательных веществ.

Доказано, что температуры сушки положительно влияет на экономию энергоресурсов и себестоимость готового продукта, однако внешний вид сушеных физалиса лучше сохраняется при низких температурах сушки.

Установлены рациональные температуры сушки плодов физалиса, которые обеспечат восстановительную способность высушенных плодов (для кружочков) температура сушки 70 °С, (для частиц) 90 °С.

В статье показано, что с повышением температуры сушки физалиса (кружочками) клетки уменьшаются в объеме за счет высвобождения из клеточной оболочки влаги, то есть чем выше

температура, тем большее количество влаги в виде пара выходит за пределы клеток и последние обращаются в небольшой клубок.

Результаты исследований аппроксимированы в соответствующие уравнения регрессии, с помощью которых можно установить влагосодержание сырья в зависимости от температуры и продолжительности процесса для обоих периодов сушки.

Ключевые слова: *плоды физалис, конвективная сушка, восстановительная способность, температура, период сушки, влагосодержание*

EXPERIMENTAL STUDY OF PROCESS OF CONVECTIVE DRYING PHYZALIS

M. M. Mushtruk

Abstract. *The results of study of the process of convection drying of physalis at constant temperature on laboratory drying unit are presented, which allows maintaining constant temperature in the working zone of drying.*

A rational mode of the convection drying process for physalis and optimal parameters of the rehydration process for reducing the use of dried products in the preparation of first and second courses with the maximum preservation of vitamins and nutrients have been developed.

It is proved that the drying temperature positively affects the energy saving and the cost price of the finished product, however the appearance of the dried physalis is better preserved at low drying temperatures.

Established rational drying temperatures of physalis fruits, which will ensure the reducing ability of dried fruits (for circles) drying temperature 70 °C, (for particles) 90 °C.

In the article it is shown that with increasing temperature of drying physalis (circles) cells decrease in volume due to the release of moisture from the cell membrane, that is, the higher the temperature, the more moisture in the form of steam goes beyond the cells and the latter turn into a small tangle.

The results of the studies can be approximated into the corresponding regression equations by means of which the moisture content of the raw material can be determined depending on the temperature and the duration of the process for both drying periods.

Key words: *physalis, convective drying, reducing ability, temperature, drying period, moisture content*