

УДК 664.834:66047

## INNOVATIVE SOLUTIONS OF POTATO DRYING TECHNOLOGY

I. Malezhyk, G. Bandurenko, M. Pisarev, T. Misyura

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Drying  
Potato  
Variety  
Form  
Quality*

**Article history:**

Received 16.12.2014

Received in revised form  
14.01.2015

Accepted 15.02.2015

**Corresponding author:**

G. Bandurenko

**E-mail:**

[gbandurenko@yandex.ru](mailto:gbandurenko@yandex.ru)

---

**ABSTRACT**

We analyzed the chemical composition and technological characteristics of modern potato varieties, selected varieties, chemical composition and technological features which can provide the best quality indicators of finished product during drying. The technology of potatoes drying was improved and the ways of its intensification were suggested. We also received a mathematical dependence for calculating the drying process of potato.

## ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ СУШІННЯ КАРТОПЛІ

І.Ф. Малезик, Г.М. Бандуренко, М.Г. Писарєв, Т.Г. Мисюра

*Національний університет харчових технологій*

*У статті проведено аналіз хімічного складу й технологічних характеристик сучасних сортів картоплі, вибрано сорти, хімічний склад і технологічні особливості яких можуть забезпечити найкращі якісні показники готового продукту при сушінні. Удосконалено технологію сушіння картоплі, запропоновано способи її інтенсифікації. Отримана математична залежність для розрахунку процесу сушіння картоплі.*

**Ключові слова:** *сушіння, картопля, сорт, форма, якість.*

**Постановка завдання.** Удосконалення процесу сушіння овочів, які входять до складу перших і других обідніх страв, наразі має дуже актуальне значення. Від якості останніх залежить попит на готову продукцію та її реалізація. Овочі як об'єкти сушіння характеризуються великим вмістом вологи і відносно малим вмістом сухих речовин. Як і більшість інших харчових продуктів, вони є колоїдними капілярно-пористими тілами. Більшу частину сухих речовин складають вуглеводи, які зумовлюють смакові якості і консистенцію овочів, а також технологічні особливості їх переробки.

Ринок сушених овочів в Україні представлений в основному такими овочами, як морква, цибуля, баклажани, часник, зелень, прянощі. Окреме місце серед цих продуктів посідає сушена картопля, яка реалізується у вигляді чіпсів, відновлюваного картопляного пюре і як складова частина багатокомпонентних концентратів [1, 2].

Оскільки більшу частину сухих речовин овочів складають вуглеводи, то саме вони у більшій мірі зумовлюють смакові якості і консистенцію сировини, а також технологічні особливості її переробки. Картопля з вуглеводів містить в основному крохмаль і цукри, кількість яких у картоплі залежить від сорту й умов її зберігання. Так, зберігання при низьких температурах (нижче 4 °С) призводить до накопичення в ній цукрів за рахунок розкладу крохмалю і, навпаки, при підвищенні температури зберігання до 20 °С відбувається ресинтез крохмалю і зменшення вмісту цукрів. На цьому ґрунтується технологічний прийом акліматизації картоплі перед початком переробки у багатьох технологіях [3—4].

Другою особливістю технології сушеної картоплі є необхідність попередньої теплової обробки. Теплова обробка перед сушінням є необхідною умовою для збереження кольору, смаку, запаху, вітамінної активності, прискорення відновлення, а також руйнування окислювальних ферментів — оксидаз і запобігання гідролізу чи окислення ліпідів з метою запобігання псуванню продуктів у процесі зневоднення й зберігання.

Відомо, що якість сушеної картоплі залежить від вмісту цукрів, які мають негативний вплив на якість продукту при сушінні. Так, високий вміст моноцукрів у сушеній картоплі приводить до неферментативного потемніння, зумовленого реакціями меланоїдиноутворення (цукроамінні реакції). Згідно з класичними технологіями картоплю для запобігання втрат розчинних речовин після попередньої підготовки бланшують цілою. Перед сушінням картоплю нарізають на кубики з гранями 5—9 мм чи стовпчики з перерізом 3x5 мм і довжиною не менше 10 мм або пластинки товщиною не більше 4 мм, тому істотна частина цукрів лишається у сировині і негативно позначається на якості продукту [5, 6, 7].

**Метою дослідження** є удосконалення технології та інтенсифікація сушіння картоплі.

**Матеріали і методи.** У процесі дослідження було проведено аналіз хімічного складу й технологічних характеристик сучасних сортів картоплі з істотним вмістом харчових волокон, які зумовлюють структуру сировини. Завдання полягало в тому, щоб вибрати ті сорти, хімічний склад і технологічні особливості яких можуть забезпечити високі якісні показники готового продукту при сушінні. Встановлено, що найкращі якісні показники можна досягти при переробці сортів картоплі з низьким вмістом крохмалю. Остаточою для досліджень була вибрана картопля сорту «Марлен».

Підготовка картоплі до сушіння включала в себе миття, інспекцію, калібрування, очищення, інспекцію та дочищення, різання, відмивання від крохмалю та бланшування. При виборі способу очищення картоплі керувались тим, що для малих потужностей (при переробці менше 1 тонни сировини за годину) застосовувався механічний спосіб очищення картоплі, при якому вміст цукрів, амінокислот і водорозчинних вітамінів знижується на 3,5—4 % за рахунок

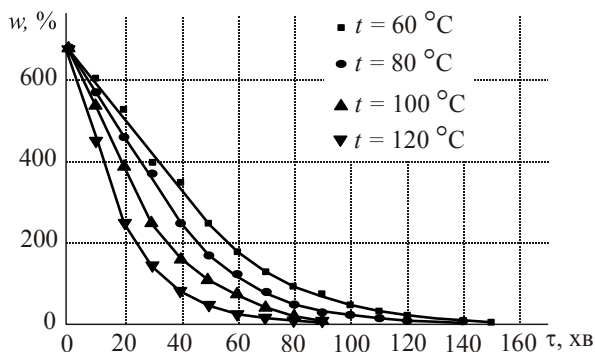
вимивання водою. Цей простий і зручний спосіб полягає в застосуванні періодично діючого обладнання, яке має абразивну поверхню робочих органів. Найістотнішим недоліком цього способу є переробка невеликої кількості картоплі правильної форми та необхідність її попереднього калібрування. У випадку великих потужностей таке обладнання встановлювати недоцільно з огляду на його невелику пропускну спроможність (до 600 кг/год), застосування ручної праці при очищенні й істотну тривалість процесу, що приводить до ферментативного потемніння поверхні бульб. Доцільним буде застосування паротермічного способу очищення, при якому за короткий час прогрівається тільки поверхня бульб і, відповідно, інактивується комплекс ферментів, який знаходиться під шкіркою. При цьому зниження вмісту водорозчинних речовин неістотне, тому що відбувається клейстеризація крохмалю, який знаходиться на поверхні очищеної картоплі [4].

Проблему подальшого збереження кольору вирішували короткочасним бланшуванням підготовленої сировини. Технології класичних картопле продуктів, запропоновані у 80—90-х роках ХХ ст. передбачають нарізання сировини на пластинки товщиною не більше 4 мм, що було зумовлено багатьма причинами, зокрема структурними особливостями сировини та її здатністю до розварювання у процесі термічної обробки. Сучасні сорти картоплі мають інші характеристики й структурно-механічні властивості, які дозволяють удосконалювати існуючі технології переробки картоплі. Для інтенсифікації технології нами запропоновано нарізати картоплю на кружальця товщиною 2—2,5 мм. Різану картоплю ретельно відмивали на ситі від крохмалю бланшували, а потім відправляли на сушіння конвективним способом. Попередня теплова обробка очищеної картоплі необхідна для інактивації комплексу ферментів, найактивнішим з яких є тирозиназа, й запобігання потемніння поверхні. Крім того, в результаті бланшування знижується мікробне обсіменіння, сировина набуває еластичності, збільшується клітинна проникність [2, 7, 8].

Використання конвективного способу сушіння обумовлено тим, що він є найбільш дешевим і доступним. Дослідження процесу сушіння картоплі передбачало аналіз кінетики сушіння, яка дозволяє простежити зміну вологовмісту матеріалу в часі. Як відомо, на процес сушіння впливають такі фактори, як температура сушильного агента, швидкість повітряного потоку, відносна вологість повітря, ступінь подрібнення матеріалу й товщина шару. Сушіння картоплі проводили при температурах від 60 до 130 °С з кроком 10 °С. Для цього пластинки підготовленої картоплі сушили при вказаних температурах до рівноважного вмісту вологи. На основі отриманих даних провели відповідні розрахунки та побудували криві сушіння (залежність вологовмісту  $w$  від часу  $\tau$ ) картоплі сорту Марлен при температурах 60, 80, 100, 120 °С (рис. 1).

**Результати і обговорення.** Графік кривих сушіння (рис. 1) показує, що на початку процесу вологовміст змінюється по прямій лінії. Цей перший період сушіння називається періодом постійної швидкості сушіння (швидкість сушіння зумовлюється випаровуванням вільної вологи у зовнішнє середовище). При певному значенні вологовмісту (критичний вологовміст) швидкість сушіння починає знижуватись і настає другий період процесу сушіння — період спадної швидкості сушіння (швидкість сушіння залежить від швидкості дифузії

вологи із середини матеріалу до його поверхні). Цей період обернено залежить від температури, при збільшенні якої він зменшується [4, 5, 6].



**Рис. 1. Криві сушіння картоплі при різних температурах**

У кінці сушіння крива асимптотично наближається до лінії рівноважного вологовмісту, який залежить від відносної вологості повітря. При рівноважному вологовмісті сушіння припиняється, у цей момент швидкість сушіння дорівнює нулю. Порівнюючи графіки на рис. 1, можна стверджувати, що тривалість процесу сушіння картоплі залежно від температури може складати 90...150 °С.

У результаті математичної обробки дослідних даних сушіння картоплі отримано математичну залежність для визначення вологовмісту, яка виражається рівняннями:

1. Для першого періоду (від  $w = 680\%$  до  $w^{k1} = 250\%$ ):

при  $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$   $w = 680 - 8,57\tau$  ;

при  $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$   $w = 680 - 10,59\tau$  ;

при  $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$   $w = 680 - 14,45\tau$  ;

при  $t = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$   $w = 680 - 21,5\tau$  .

2. Для другого періоду ( $w^{k1}=250\%$  до  $w^{k2}$ ):

при  $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$   $w = -4,59 + 1184,14e^{-0,031\tau}$  ;

при  $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$   $w = 0,74 + 1180,7e^{-0,039\tau}$  ;

при  $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$   $w = -18,83 + 797,48e^{-0,037\tau}$  ;

при  $t = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$   $w = 2,68 + 781,08e^{-0,057\tau}$  .

У процесі виготовлення сушеної картоплі важливим є збереження кольору картоплі. Дослідження з міни забарвлення у сушеній картоплі залежно від температурних режимів сушіння проводили після відновлення її у воді на фотоелектрокалориметрі КФК-3. Для цього пластинки картоплі заливали дистильованою водою з температурою 85 °С і витримували 1 год до повного відновлення. Далі екстракт досліджували на фотоелектрокалориметрі з довжиною хвилі 450 нм. Вимірюючи коефіцієнт пропускання світла, визначали кількість продуктів меланоїдиноутворення, які утворились у процесі сушіння картоплі. Результати досліджень наведено на рис. 2.

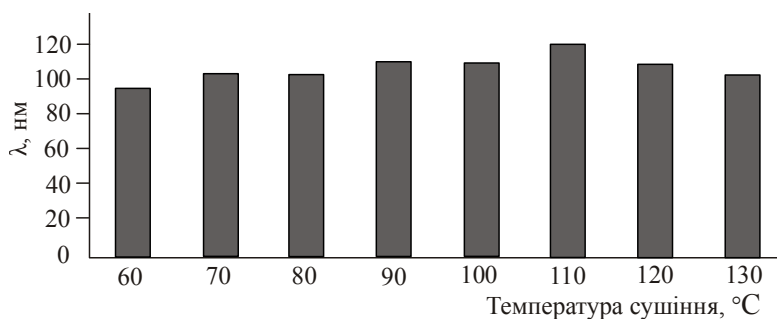


Рис. 2. Оптична густина екстрактів зразків сушеної картоплі

Як видно з даних, наведених на рис. 2, максимально високий результат було отримано при сушінні картоплі за температури теплоносія 110 °С. У цьому випадку сушена картопля була світліша порівняно з іншими зразками (оптична густина екстракту дорівнює 120 нм). При вказаній температурі сировина у процесі сушіння не встигає прогрітись до початку реакцій меланоїдиноутворення, натомість тривалість сушіння істотно скорочується [8].

У ході досліджень встановлено, що оптимальним режимом сушіння картоплі для спеціального харчування є температура 110 °С протягом 90 хв. Отримані зразки картоплі досліджували за органолептичними та фізико-хімічними показниками та порівнювали їх із вимогами стандартів. Органолептичні показники сушеної картоплі наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Органолептичні показники сушеної картоплі

Назва показника	Характеристика і норма для сорту	Відповідність стандарту
Зовнішній вигляд	Сушена картопля у вигляді пластинок	Відповідає
Форма і розміри	Пластинки рівномірно нарізані товщиною 1,5—2 мм, шириною не більше 6 мм і довжиною не менше 10 мм	Відповідає
Консистенція	Пластинки хрусткі, тверді	Відповідає
Смак і запах	Властиві сушеній картоплі без сторонніх присмаків і запахів	Відповідає
Колір	Від білого до світло-кремового відтінку	Відповідає

Як видно з табл. 1, зразок сушеної картоплі, отриманий при температурі 110 °С, відповідає всім вимогам нормативних документів. За фізико-хімічними показниками сушена картопля повинна відповідати вимогам, зазначеним у табл. 2.

Як видно з табл. 1 і табл. 2, показники отриманих зразків картоплі відповідають вимогам стандартів. Були проведені порівняння показників якості зразків сушеної картоплі, отриманих за класичною технологією та пропонованим нами способом. Встановлено, що істотної відмінності у зразках немає, а показники, регламентовані стандартами, знаходяться у межах норми.

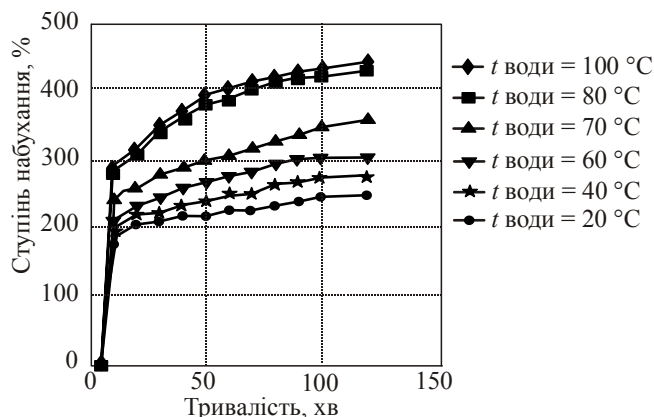
Для надання практичних рекомендацій використання сушеної картоплі необхідно було дослідити її відновлюваність і підготовку до споживання. Попередня підготовка сушеної картоплі може включати в себе процес оброблення її у холодній (замочування) або в гарячій (бланшування) воді, які

проводять для того, щоб сушена сировина увібрала вологу і набухла. При такій обробці її об'єм збільшується, а сам процес набухання проходить за рахунок всмоктування вологи білками та крохмалем і безпосередньо залежить від тривалості й температури води.

*Таблиця 2. Фізико-хімічні показники сушеної картоплі*

Показник	Норма	Методи контролю
Масова частка вологи, %, не більше	8	Згідно з ГОСТ 13340.3
Масова частка пластинок з темними плямами, %, не більше	5	Згідно з ГОСТ 13340.1
Тривалість розварювання, хв, не більше	25	Згідно з ГОСТ 13340.1
Масова частка металічних домішок, %, не більше	0,0003	Згідно з ГОСТ 13340.1
Масова частка мінеральних домішок, %, не більше	0,01	Згідно з ГОСТ 25555.3

Процес гідратації сировини проводили водою при температурах 20, 40, 60, 80 і 98 °С, що пояснюється тим, що технології подальшого використання сушеної картоплі дуже різняться між собою й використання цього напівфабрикату потребує відповідних рекомендацій у кожному конкретному випадку (рис. 3).



**Рис. 3. Залежність швидкості набухання сушеної картоплі від температури води**

Як видно з рис. 3, найшвидшим і найістотнішим є відновлення сушеної картоплі у воді при температурі 98 °С. Це пояснюється гідратацією білків і процесом набухання й клейстеризації крохмалю. Додавання 1 % солі не змінювало тривалість відновлення сушеної картоплі, що є важливим у кулінарії, тому що не впливає на процес приготування перших і других страв. Загалом, тривалість відновлення у воді становила близько 50 хвилин. За цей час об'єм картоплі збільшився у 3,9 раза, подальша гідратація проходила неістотно. Отриманий результат підтверджує можливість широкого використання сушеної картоплі у різних стравах при додаванні води для її відновлення у співвідношенні 1:3.

Для дослідження зміни органолептичних і фізико-хімічних показників продукту в процесі зберігання отримані зразки сушеної картоплі герметично закупорювали та зберігали протягом шести місяців. Оскільки зміна якісних показників сушених продуктів істотно залежить від температури навколишнього середовища, доступу чи відсутності повітря та герметичності упаковки, дослідження проводили для герметично фасованої продукції протягом шести місяців при температурі навколишнього середовища +18°C. При цьому досліджували зміну консистенції, кольору, запаху, вміст вологи, смак після термічної обробки та звіряли з показниками у табл. 1 і 2. Отримані результати дали змогу стверджувати, що протягом шести місяців зберігання сушеної картоплі її якісні показники істотно не змінились.

### Висновки

У результаті проведених досліджень удосконалено технологію сушеної картоплі, нарізаної пластинками, запропоновано інтенсифікацію процесу за рахунок зменшення товщини пластинок до 2—2,5 мм та підвищення температури теплоносія до 110 °C. Виведено математичні залежності для розрахунку вологовмісту в процесі сушіння картоплі. Отримано зразки сушеної картоплі з високими органолептичними показниками, які були апробовані в лабораторних умовах для приготування перших і других страв.

### Література

1. *Настольная* книга производителя и переработчика плодоовощной продукции / Н.К. Синха, Н.Г. Хью — М.: СПб. Профессия, 2013. — 896 с.
2. *Rodriges S., Fernandes F.A.M.* Инновационные технологии переработки плодоовощной продукции. — Пер с англ. — СПб. Профессия, 2014. — 456 с.
3. *Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва* / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. — Одеса: Друк, 2006. — 400 с.
4. *Цуркан Н.М.* Разработка рациональных режимов производства сушеного картофеля: дис. канд. техн. наук.: 05.18.12 / Цуркан Николай Михайлович; Харківська державна академія технології і організації харчування. — Х., 2000. — 150 с.
5. *Исследование* динамики влажности кубиков картофеля в процессе сушки в ленточной сушилке; оценка эффективности сушки, потребления тепла и равномерности сушки / Г.А. Паньковский // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. — Москва, 2006. — № 3. — С. 863.
6. *Effect of mode of drying on microstructure of potato* / Lewicki Piotr P., Pawlak Grzegorz // *Drying Technol.* — 2005. — 23, # 4. — С. 847—869.
7. *Effects of Drying Processes on the Antioxidant Properties in Sweet Potatoes* / Jing YANG, Jin-feng CHEN, Yu-ying ZHAO, Lin-chun MAO // *Agricultural Sciences.* — 2010. — Volume 9, Issue 10. — С. 1522—1529.
8. *Phenoli c content and antioxidant activities of selected potato varieties and their processing by-products* / Tasahil Albishia, Jenny A. Johna, Abdulrahman S. Al-Khalifab, Fereidoon Shahidia // *Journal of Functional Foods.* — 2013. — Volume 5, Issue 2. — С. 590—600.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ КАРТОФЕЛЯ**

**И.Ф. Малежик, Г.М. Бандуренко, М.Г. Писарев, Т.Г. Мисюра**  
*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье проведен анализ химического состава и технологических характеристик современных сортов картофеля, отобрані сорта, химический состав и технологические особенности которых могут обеспечить наилучшие качественные показатели готового продукта при сушке. Усовершенствована технология сушки картофеля, предложены способы её интенсификации. Получена математическая зависимость для расчета процесса сушки картофеля.*

**Ключевые слова:** сушка, картофель, сорт, форма, качество.