

PRODUCTION OF NEW FORMS OF DRIED FOOD AS CHIPS

Yu. Snezhkin, R. Shapar

Institute of engineering Thermophysics National academy of sciences of Ukraine

Key words:

*Fruit and vegetable chips
Mass transfer
Modes of multistage de-
hydration
The intensification of
process*

Article history:

Received 12.02.2014
Received in revised form
22.02.2014
Accepted 05.03.2014

Corresponding author:

R. Shapar

Email:

r.sh@ukr.net

ABSTRACT

Generalized patterns of heat and mass transfer during drying established rational parameters in order to intensify the process and the development of technology production of fruit and vegetable chips. The technology is based on the method of convective drying in modes of multistage dehydration pre-prepared materials. In the justification technology of production of chips is set that different raw stuff of materials are caused certain conditions training of material and regime parameters of process of drying. Determination of heat measured treatment and its duration is conducted considering maximum permissible heating temperature of a particular material. The technology that was made provides energy reduction of technological process of production, increase its efficiency and maximum degree of conservation of the natural components of the raw stuff.

ВИРОБНИЦТВО НОВИХ ФОРМ СУШЕНИХ ПРОДУКТІВ У ВИГЛЯДІ ЧИПСІВ

Ю.Ф. Снежкін, Р.О. Шапар

Інститут технічної теплофізики НАН України

У статті узагальнено закономірності тепломасообміну під час сушіння, встановлено раціональні параметри з метою інтенсифікації процесу та розробки технології виробництва фруктово-овочевих чипсів на основі методу конвективного сушіння в режимах багатостадійного зневоднення попередньо підготовленої сировини. При обґрунтуванні технології виробництва чипсів встановлено, що різні сировинні матеріали обумовлюють певні умови підготовки матеріалу та режимні параметри процесу сушіння. Визначення рівня теплової обробки та її тривалість проведено з урахуванням максимально допустимої температури нагрівання конкретної сировини. Розроблена технологія забезпечує скорочення енерговитрат технологічного процесу виробництва, підвищення його ефективності та максимальний ступінь збереження природних складових сировини.

Ключеві слова: *фруктово-овочеві чипси, масоперенос, багатостадійні режими зневоднення, інтенсифікація процесу.*

Галузям промисловості, в технологічному процесі яких використовуються процеси сушіння, властива висока енергоємність і низький к.к.д, які визначаються саме цим процесом. Переробка рослинної сировини на сушену продукцію як один з напрямків цілорічного забезпечення населення високовітамінними продуктами харчування характеризується підвищеними вимогами до якості кінцевого продукту та його безпеки. Незважаючи на низьку перевагу сушених продуктів, в Україні промислове виробництво сухофруктів здійснюється лише кількома приватними підприємствами. Для збільшення обсягів виробництва сухофруктів в Україні є всі підстави (наявність сільськогосподарської сировини, наявність енергоефективних екологічно безпечних технологій та обладнання).

Останнім часом асортимент сушених продуктів поповнився новим дієтичним натуральним продуктом харчування - фруктово-овочевими чипсами. За своєю структурою це тонкі хрусткі пластинки, висушені до низької залишкової вологості зі смаком та кольором, властивими вихідній сировині. Характерною особливістю чипсів є відсутність процесу обсмаження, що виключає в їхньому складі наявність холестерину, канцерогенів тощо, низька калорійність, зручність у користуванні, тривалість зберігання.

Український ринок представлений переважно чипсами з яблук виробництва «Paula» (Польща) і «Nobilis» (Угорщина), які мають занадто високу ціну.

На підставі узагальнення результатів експериментальних досліджень, згідно із закономірностями тепломасообміну при сушінні, нами розроблена енергоефективна технологія виробництва чипсів з фруктів і овочів, в основу якої покладено метод конвективного сушіння в режимах багатостадійного зневоднення попередньо підготовленої сировини і яка, при відповідній фінансовій підтримці на її впровадження, дозволить знизити вартість чипсів у торговельній мережі та складе гідну конкуренцію аналогічній продукції, що ввозиться в Україну.

Більшість технологій виробництва чипсів передбачає використання додаткових смакових компонентів: фруктових соків, цукрового сиропу, лимонної, апельсинової кислот або есенцій, підсолоджувачів, прянощів, ароматизаторів, барвників, шоколадної глазури, тощо як на стадії підготовки сировини до сушіння, так і на заключній [1-4].

При обґрунтуванні технології нами встановлено, що різні сировинні матеріали обумовлюють певні умови підготовки і режимні параметри виробництва, а тривалість і температурний рівень теплової обробки мають забезпечити:

- збереження природного смаку, кольору і всього фітокомплексу сировини в кінцевому продукті;
- скорочення енерговитрат всього технологічного процесу, зниження собівартості кінцевого продукту.

У технологічному процесі розробленої технології виключено застосування будь-яких додаткових смакових інгредієнтів, наповнювачів або консервантів, що надає чипсам натуральності та низької калорійності.

Формування якісних характеристик і споживчих властивостей чипсів досягається встановленням оптимальних тепловологових режимів і здійснюється в ході технологічного процесу (рис. 1).

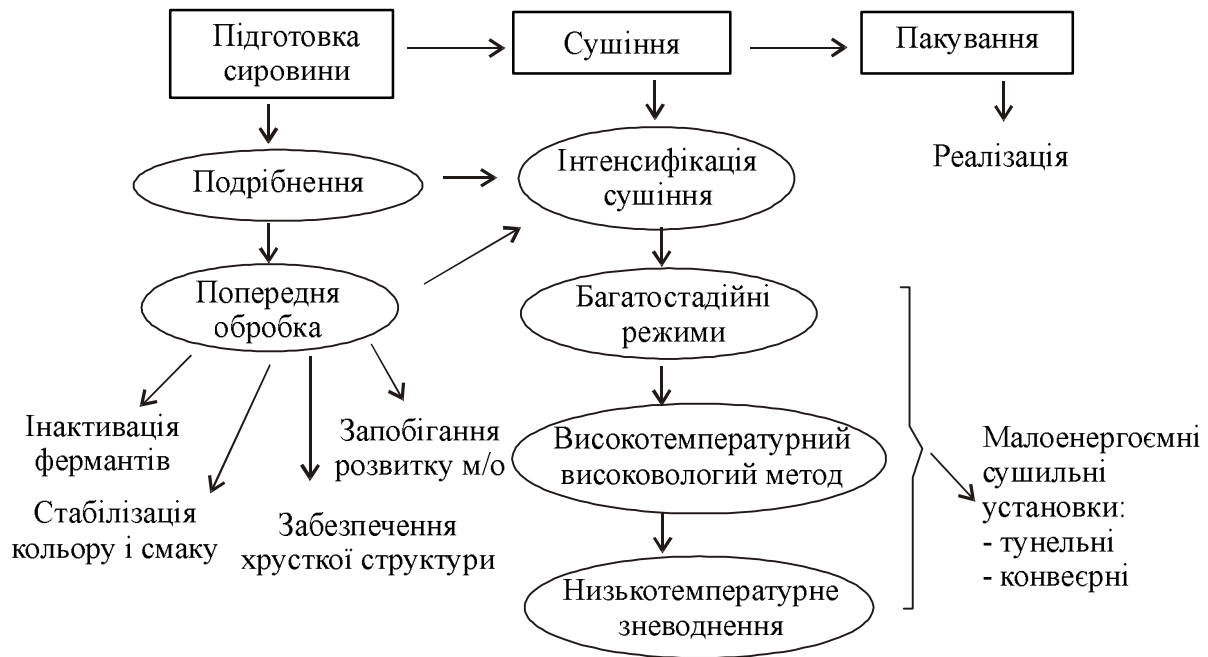


Рис. 1 Формування якісних характеристик чипсів

На етапі підготовки здійснюється контроль, мийка, подрібнення сировини на тонькі пластинки різної форми залежно від її виду та ступеня зрілості. Для стабілізації кольорової і смакової гами вихідного матеріалу, збереження вітамінів і забезпечення мікробіологічної стійкості, руйнування окисних ферментів проводиться попередня обробка.

Порівняльний аналіз таких видів обробки, як обробка сировини розчином лимонної кислоти, цукровим сиропом і в атмосфері пари, показав перевагу останньої, яка, окрім вищезгаданого, сприяє також порушенню цитоплазматичних мембран і збільшенню проникності паренхімних тканин зневоднювального матеріалу. На наступному етапі сушіння, обробка паровою інтенсифікує масоперенос [5,6], що підтверджується

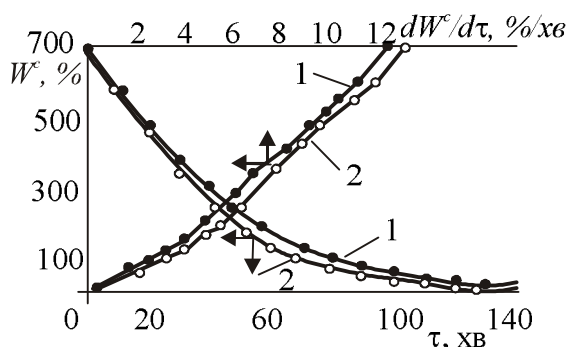


Рис. 2. Вплив гіротермічної обробки на кінетику сушіння:

1,2 – $W^c = f(\tau)$; 1',2' – $dW^c/d\tau = f(W^c)$
 $d = 10$ г/кг сухого повітря; $\delta = 3 \dots 4$ мм;
 $t = 90 \dots 65$ °C; $V = 1,5$ м/с; 1,1' – необроблені буряки;
 2,2' – паротермічно оброблені

даними, представленими у вигляді кривих кінетики сушіння $W_c = f(\tau)$ і кривих кінетики швидкості сушіння $dW_c/d\tau = f(W_c)$ на прикладі зневоднення столових буряків під час одержання чипсів (рис. 2).

Порівняння графічних залежностей кінетики сушіння паротермічно обробленої і необробленої сировини в зазначеному діапазоні параметрів процесу показує, що інтенсивність видалення вологи оброблених

зразків вища із самого початку зневоднення, тривалість процесу скорочується на 10 %. Результатами експериментальних досліджень встановлено, що необхідний ефект обробки досягається при температурі зневоднювального матеріалу в

інтервалі від 70 до 88 °С упродовж 10...480 с. Порушення режиму гіротермічної обробки призводить до зниження якісних показників, збільшення тривалості зневоднення і, як наслідок, зростання енергетичної складової всього процесу.

Домінуючим фактором, що впливає на інтенсивність процесу зневоднення, є температура сушильного агента. Однак висока термолабільність об'єктів дослідження обмежує температурний рівень процесу, тому встановлені багатостадійні режими сушіння з урахуванням природних властивостей об'єктів переробки, які обґрунтовуються характером зміни чисельного значення Ребіндера (рис. 3).

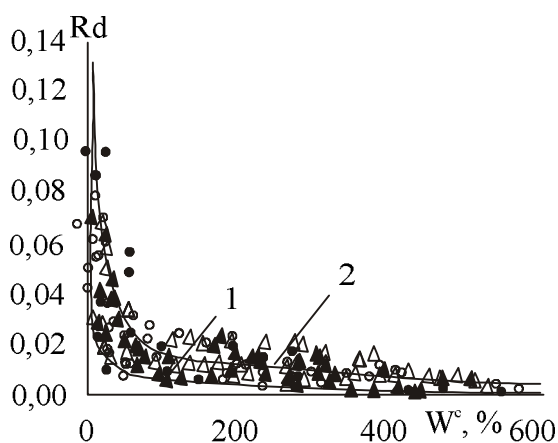


Рис. 3. Зміна чисельної величини Ребіндера в процесі сушіння яблука: - t = 100 °С; - t = 80 °С; столові буряки: - t = 100 °С; - t = 80 °С; 1 – 80 °С; 2 – 100 °С

Величина Ребіндера не залежить від виду матеріалу. З підвищенням температури сушильного агента чисельне значення Ребіндера за абсолютною величиною вище. На початку процесу зневоднення більша частина теплоти витрачається на випаровування вологи з матеріалу, тому величина Ребіндера має мінімальні значення і процес зневоднення відзначається ефективністю. У міру зниження вологості матеріалу сповільнюється підведення вологи з глибини на поверхню, чисельне значення Ребіндера зростає, тобто значна частина теплоти

сушильного агента витрачається на нагрівання матеріалу, а не на випаровування вологи, що доводить необхідність зниження температури сушильного агента для запобігання підвищенню температури матеріалу вище безпечного рівня. Використання багатостадійного сушіння дозволяє контролювати час знаходження зневоднювального матеріалу в середовищі певної температури, інтенсифікувати процес на 25...30% і скоротити витрати енергії на видалення вологи у 1,5 раза.

Слід зазначити, що особливості технологічного процесу визначає об'єкт переробки. Наприклад, при виробництві чипсів з білих коренеплодів, які містять у своєму складі ароматичні сполуки та ефірні масла, паротермічна обробка коренеплодів не проводиться, інтенсифікація процесу досягається за рахунок збільшення поверхні випаровування й обґрунтованих теплових режимів.

Експериментально встановлено, що зневоднення білих коренеплодів необхідно здійснювати або в режимі низькотемпературного одностадійного зневоднення з температурою середовища 40...55 °С, або в режимі двостадійного зневоднення, коли на початковій стадії температуру середовища підтримують на рівні 60...50 °С, на другій – 45...40 °С.

Підтримка низькотемпературного рівня можлива при проведенні процесу осушення сушильним агентом. У цьому випадку процес зневоднення харак-

теризується достатньою інтенсивністю за рахунок збереження високого масообмінного напорю між сушильним агентом і зневоднювальним матеріалом. Вказані теплові режими запобігають втратам летких сполук і сприяють розщепленню глюкозидованих форм терпеноїдів [7].

На рис. 4 наведені результати експериментальних досліджень процесу сушіння чипсів з кореня селери у вигляді температурних кривих, кривих кінетики сушіння і кривих швидкості сушіння.

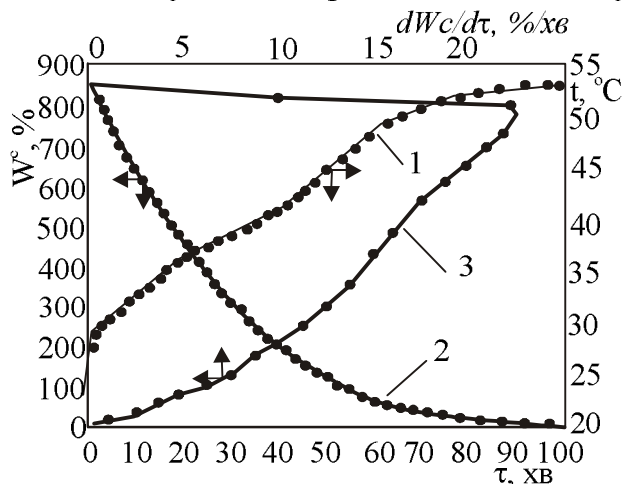


Рис. 4. Криві кінетики вологообміну при сушінні чипсів з коренів селери
 $t = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$; $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря;

$V = 1,5\text{ м/с}$; $\delta = 2...3\text{ мм}$.

1 – $t = f(\tau)$; 2 – $W^{\circ} = f(\tau)$; 3 – $dW^{\circ}/d\tau = f(W^{\circ})$

Побудовані графічні залежності показують, що видалення вологи з матеріалу в межах вказаних параметрів проходить зі спадною швидкістю протягом усього процесу. На стадії прогрівання швидкість сушіння коренеплодів селери збільшується до свого максимального значення $22,5\text{ } \%/хв$, температура матеріалу безперервно підвищується.

Таким чином, вибір методу і режимів сушіння залежать від максимально допустимої температури нагрівання конкретної сировини, її початкової вологості, мети подальшого призначення.

Запропоновані режими апробовані у дослідно-промислових умовах

при відпрацюванні технології виробництва фруктово-овочевих чипсів, яка захищена патентами України [8—12]. Висушені чипси мають приємний зовнішній вигляд, колір, смак, властивий вихідному виду сировини з максимально збереженими природними вітамінами, мікроелементами, амінокислотами, вуглеводами, органічними кислотами, пектиновими та іншими біологічно активними речовинами. Наявність таких продуктів у щоденному раціоні забезпечить потреби організму життєво важливими натуральними речовинами, що знаходяться в збалансованому, гармонічному поєднанні.

Реалізація розроблених режимів здійснюється на зонних сушильних установках тунельного і конвеєрного типу, укомплектованих у технологічні лінії, вартість яких нижча порівняно з вартістю відповідного обладнання зарубіжного виробництва. При комплектуванні технологічних ліній використано обладнання з економним електроспоживанням, високим рівнем механізації, автоматизації та контролю виробництва.

Згідно з нашими розрахунками, витрати теплоти на 1 кг випареної вологи в розроблених сушильних установках становлять $800...900\text{ ккал}$. Враховуючи, що зневоднення сировини здійснюється до залишкової вологості $W_3 = 6...8\text{ } \%$, яка значно нижча рівноважної вологості, то величина цього показника дозволяє стверджувати, що розроблені установки нічим не поступаються відомому на світовому ринку сушильному обладнанню. Прийнята система рециркуляції теплоносія сприяє скороченню витрат теплоти і запобігає вики-

дам відпрацьованого теплоносія в навколишнє середовище, що, з екологічної точки зору, є не менш важливим. Сушильні установки працюють як з використанням традиційних видів палива (пари, природного газу, рідкого палива), так і з використанням вторинних і відновлюваних джерел енергії.

Поряд з тунельними і конвеєрними сушильними установками розроблені низькотемпературні теплонасосні сушильні установки камерного типу, при використанні яких витрати енергії значно нижчі порівняно з існуючими вітчизняними аналогами.

Висновки

Отже, на підставі узагальнення закономірностей тепломасообміну під час паротермічної обробки й сушінні фруктів і овочів встановлені раціональні режимні параметри процесів, а також фактори і способи, що дозволяють поліпшити якісні показники чипсів, на основі яких розроблена технологія виробництва чипсів, що забезпечує зниження собівартості й підвищення ефективності виробництва.

Література

1. Никитенко А.Н., Егорова З.Е., Слижук Д.С. Обоснование режимов сушки яблочных чипсов//Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій МОН України. Одеса. — 2011. — Вип. 40, Т. 2. — С. 51—56.
2. Shat P., Scaman C., Durance T. Texture of vacuum microwave dehydrated apple chips as affected by calcium pretreatment, vacuum level, and apple variety/ Journal of Food Science.— 2001. Vol. 66.— № 9.—Р.1341-1347.
3. Патент WO 074102, A231 1/212, A23В 7/022, A23В 7/08, A23В 7/06, A23В 7/10, A23В 7/155. Method of manufacturing diet chips of vegetables and fruits/W. Plocharski, D. Konopacka. — Р 346508; заявл. 15.03/2001; опубл. 26.09.2002.— International application № PCT/PI2002/000013/
4. Патент 2461203 Российская Федерация, МПК9 А23В 7/01, А23В 3/54. Способ производства чипсов из хурмы/Остриков А.Н., Стурова Е.Ю. — № 2011114625/13;заявл.13.04.2011;опубл. 20.09.2012? Бюл. № 26
5. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов. — М.: Легкая и пищевая промышленность. — 1982. — 272 с.
6. Снежкин Ю.Ф., Шапарь Р.А. Анализ факторов повышения эффективности процесса сушки термолабильных материалов. Промышленная теплотехника — 2009.— Т. 31.—№ 7.— С. 110—112.
7. Снежкин Ю.Ф. Конвективная низкотемпературная сушка растительных материалов/Ю.Ф. Снежкин, Р.А. Шапарь, Н.А. Дабижа//Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Мін.Освіти і науки України. Одеса: 2010. — Вип. 37. — С. 24—27.
8. Патент 73159 Україна, МПК9 А23В 7/02, F26В 3/06. Спосіб виробництва чипсів з білих коренеплодів/Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О., Гусарова О.В.— № U2012 03586; заявл. 26.03.2012; опубл. 10.09.2012. Бюл, № 17, 2012.
9. Патент 73160 Україна, МПК9 А23В 7/02, F26В 3/06. Спосіб виробництва яблучних чипсів/Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О., Гусарова О.В.— № U201203590; заявл.26.03.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 17, 2012.

10. Патент 72873 Україна, МПК9 А23В 7/02, F26В 3/06. Спосіб виробництва чипсів з айви/Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О., Гусарова О.В.— № U201203583; заявл.26.03.2012; опубл. 27.08.2012, Бюл. № 16, 2012.

11. Патент № 79242 Україна, МПК9 А23В 7/02. Спосіб виробництва чипсів з груш /Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О., Гусарова О.В.—№ U201213789; заявл. 03.12.2012; опубл. 10.04.13, Бюл. № 7, 2013.

12. Патент № 79786 Україна, МПК9 А23В 7/02, F26В 3/06. Спосіб виробництва чипсів з хурми /Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О., Гусарова О.В.— № U201214218; заявл. 13.12.2012; опубл. 25.04.13, Бюл. № 8, 2013.

ПРОИЗВОДСТВО НОВЫХ ФОРМ СУШЕНЫХ ПРОДУКТОВ В ВИДЕ ЧИПСОВ

Ю.Ф. Снежкин, Р.А. Шапарь

Институт технической теплофизики НАН Украины

В статье обобщены закономерности теплообмена при сушке, установлены рациональные параметры с целью интенсификации процесса и разработки технологии производства фруктово-овощных чипсов на основании метода конвективной сушки в режимах многостадийного обезвоживания предварительно подготовленного сырья. При обосновании технологии производства чипсов установлено, что различные сырьевые материалы обуславливают определенные условия подготовки материала и режимные параметры процесса сушки. Определение уровня тепловой обработки и ее продолжительность проведено с учетом максимально допустимой температуры нагревания конкретного сырья. Разработанная технология обеспечивает сокращение энергозатрат технологического процесса производства, повышение его эффективности и максимальную степень сохранности природных составляющих сырья.

Ключевые слова: *фруктово-овощные чипсы, массоперенос, многостадийные режимы обезвоживания, интенсификация процесса.*