

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ФРУКТОВО-ОВОЧЕВИХ ЧИПСІВ

Шапар Р.О., канд. техн. наук, ст. наук. співр.,
Снежкін Ю.Ф., д-р техн. наук, професор, чл.-кор. НАН України,
Гусарова О.В., пров. інженер
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Узагальнені закономірності тепломасообміну під час сушіння, встановлені раціональні параметри з метою інтенсифікації процесу та розробки технології виробництва фруктово-овочевих чипсів.

Was 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.

Ключові слова: фруктово-овочеві чипси, паротермічна обробка, масоперенос, багатостадійні режими зневоднення, інтенсифікація процесу.

Фруктово-овочеві чипси новий натуральний десертний продукт з високими дієтичними та смаковими властивостями. Немає ніякої паралелі з картопляними чипсами, отриманими шляхом обсмаження в олії, що виключає в їхньому складі наявність холестерину, канцерогенів тощо.

За своєю структурою це тонкі хрусткі пластинки висушені до низької залишкової вологості. Завдяки низькій калорійності, зручності у користуванні, тривалості зберігання чипси набувають особливої популярності та попиту.

В торговельній мережі України представлені переважно чипси з яблук виробництва "Paula" (Польща) і "Nobilis" (Угорщина). Проте висока ціна стримує їхню купівельну спроможність.

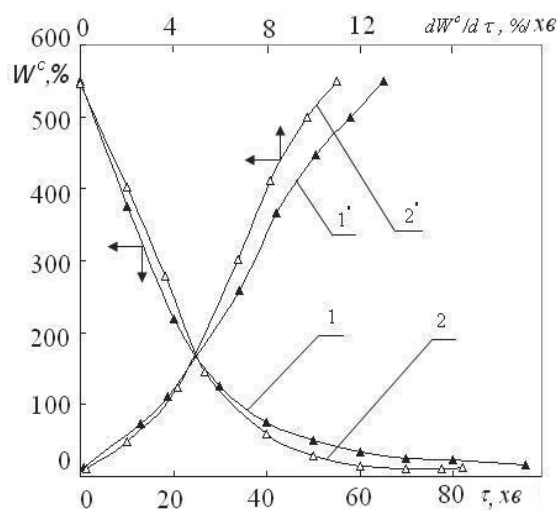
Аналіз літературних джерел [1-5] показує, що технологічний процес більшості технологій незалежно від обраного способу сушіння сировини, включає етап попередньої обробки сировини, що передбачає витримку нарізаної сировини у сольових чи ферментних розчинах, або бланшування з додаванням смакових компонентів: фруктових соків, цукрового сиропу, лимонної, апельсинової кислот або есенцій, підсолоджувачів, прянощів, ароматизаторів, барвників, тощо. Окрім цього, існують технології відповідно з якими на заключному етапі на поверхню висушених чипсів наносять шоколадну глазур, корицю, ваніль та інші смакові наповнювачі.

Чипси, одержані у такий спосіб, втрачають природні смак та аромат та набувають смаку доданих речовин і це знижує натуральність і природність кінцевого продукту та його нативні властивості. До того ж така обробка потребує додаткових сировинних компонентів й устаткування, що збільшує витрати на виробництво і підвищує собівартість кінцевого продукту.

Враховуючи, що вартість чипсів обумовлена переважно сумою матеріальних, сировинних, енергетичних витрат та базуючись на узагальненні закономірностей тепломасообміну під час попередньої обробки сировини і сушінні, розроблена енергозберігаюча технологія виробництва натуральних фруктово-овочевих чипсів. В основу технології покладено метод конвективного сушіння в режимах багатостадійного зневоднення паротермічно обробленої сировини, який дозволяє при скороченні часу на виробництво та зниженні собівартості, одержати чипси з максимальним ступенем збереження природних властивостей без ароматизаторів, барвників та будь-яких додаткових смакових інгредієнтів.

До кожної стадії технологічного процесу висуваються конкретні вимоги. Зміна хімічного складу та біологічних властивостей рослинних матеріалів під час виробництва залежить від тривалості, температурного рівня та інтенсивності теплової обробки, фактором, що їх лімітує, є максимально допустима температура зневоднювального матеріалу, все разом узятє впливає на економічні показники технології.

На ділянці підготовки здійснюється контроль, мийка, подрібнення сировини на пластинки різної форми залежно від її виду та ступеня зрілості. Для стабілізації кольорової і смакової гами вихідного матеріалу, збереження вітамінів, руйнування окисних ферментів проводиться паротермічна обробка. Результатами експериментальних досліджень встановлено, що необхідний ефект обробки досягається при температурі зневоднювального матеріалу в інтервалі від 70 до 88 °C протягом 10...480 с. Порушення режиму паротермічної обробки призводить до зниження якісних показників, збільшення тривалості зневоднення і, як наслідок, зростання енергетичної складової процесу. Паротермічна обробка інтенсифікує масоперенос [6,7], що підтверджується 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 яблук під час одержання чипсів (рис. 1).



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 яблука;
 2,2' – паротермічно оброблені

Рис. 1 – Вплив паро термічної обробки на процес сушіння

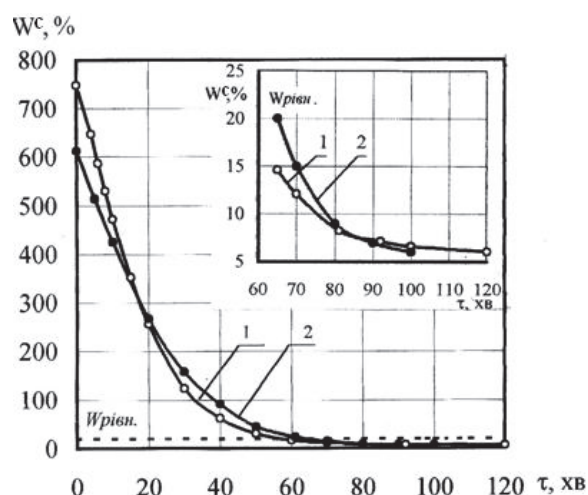
Порівняння кривих кінетики сушіння паротермічно оброблених і необроблених яблук в зазначеному діапазоні параметрів процесу показує, що інтенсивність видалення вологи оброблених зразків до досягнення матеріалом вологості 140...160 % нижча, ніж необроблених, але потім швидкість сушіння обробленої сировини зростає і залишкову вологість 6 % зразки досягають швидше, ніж необроблені, тривалість процесу скорочується на 15 %. Як показали дослідження, така закономірність процесу не є типовою, а швидкість сушіння паротермічно оброблених матеріалів, як правило, вища вже з самого початку процесу.

Відповідно з раніше проведеними дослідженнями, під час зневоднення матеріалів до низької залишкової вологості, в міру видалення адсорбційної вологи, найбільш міцно зв'язаної з матеріалом, спостерігається уповільнення процесу і збільшення тривалості процесу в 1,2...1,5 рази (рис. 2), а енерговитрати на її видалення [8], у порівнянні з витратами при зневодненні, наприклад яблук, до рівноважної з навколишнім середовищем вологості, зростають на 12 % (рис. 3). Зневоднювальний матеріал тривалий час знаходиться під впливом небажаного фактору: температура – час, і це негативно відбивається на властивостях кінцевого продукту. Такий аналіз дуже важливий для визначення раціональних параметрів і умов процесу сушіння, особливо на заключній стадії зневоднення.

Основним параметром, що впливає на інтенсивність процесу зневоднення, є температура сушильного агента: чим вона вища, тим інтенсивніше проходить вологообмін та відповідно вища швидкість процесу. Однак, термолабільність фруктів та овочів, обмежує температурний рівень процесу.

Як приклад на рис. 4 наведено результати експериментальних досліджень у вигляді температурних кривих $t = f(W^c)$ при зневодненні плодів хурми. Як бачимо, навіть при сушінні в режимі відносно невисокої величини теплоносія 80 °C, температура зразків при досягненні матеріалом 50...60 % вологості перебільшує гранично допустиму величину.

Для уникнення перевищення температури матеріалу встановлені багатостадійні режими сушіння, доцільність яких підтверджується характером зміни чисельного значення Ребіндера [9]. Використання



$t = 80$ °C; $V = 3$ м/с; $d = 10$ г/кг с.п.; $g = 5,8$ кг/м²:1
 – столові буряки; 2 – яблука.

Рис. 2 – Криві кінетики сушіння

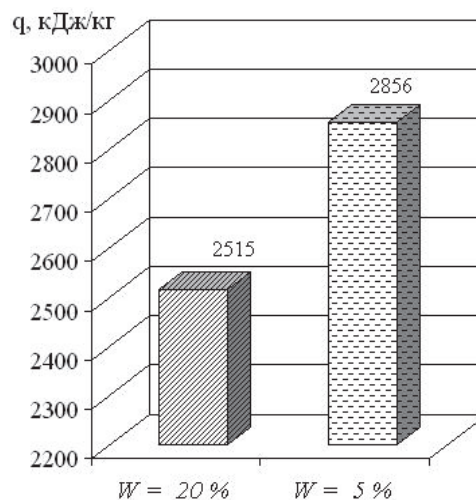


Рис. 3 – Вплив залишкової вологості матеріалу на питомі витрати енергії при зневодненні

багатостадійного зневоднення інтенсифікує процес сушіння на 25...30 % і скорочує до 1,5 рази витрати

енергії на видалення вологи та сприяє збереженню всіх корисних складових, які містяться у вихідній сировині.

В залежності від об'єкту переробки в технологічному процесі існують деякі відмінності. Наприклад, при виробництві чипсів з білих коренеплідів, характерною ознакою яких є наявність в їхньому складі ароматичних сполук та ефірної олії, сушіння маємо проводити в режимі низькотемпературного зневоднення. До того ж, щоб уникнути втрат ароматичних складових паротермічна обробка коренеплідів не проводиться, інтенсифікація процесу досягається за рахунок збільшення поверхні випаровування і обґрунтованих теплових режимів.

Таким чином, з наведених прикладів витікає, що вибір методу і режимів сушіння залежать від максимально допустимої температури нагрівання конкретної сировини, її початкової вологості, цілі подальшого призначення.

Запропоновані режими апробовані у дослідно-промислових умовах при відпрацюванні технології виробництва фруктово-овочевих чипсів, яка захищена патентами України [10-14]. 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 в технологічні лінії, вартість яких нижча порівняно з вартістю відповідного обладнання закордонного виробництва.

При комплектуванні технологічних ліній використано обладнання з економним електроспоживанням, високим рівнем механізації, автоматизації та контролю виробництва. Сушильні установки працюють як з використанням традиційних видів палив: пари, природного газу, рідкого палива, так і з використанням вторинних і відновлюваних джерел енергії.

Згідно з нашими розрахунками витрати теплоти на 1 кг випареної вологи в розроблених сушильних установках становлять 800...900 ккал. Враховуючи, що зневоднення сировини здійснюється до залишкової вологості $W_2 \leq 8\%$, яка значно нижча рівноважної, то величина цього показника дозволяє віднести розроблені установки в один ряд з відомим на світовому ринку сушильним обладнанням. Прийнята система рециркуляції теплоносія сприяє скороченню витрат теплоти і запобігає викидам відпрацьованого теплоносія в навколишнє середовище, що, з екологічної точки зору, є не менш важливим.

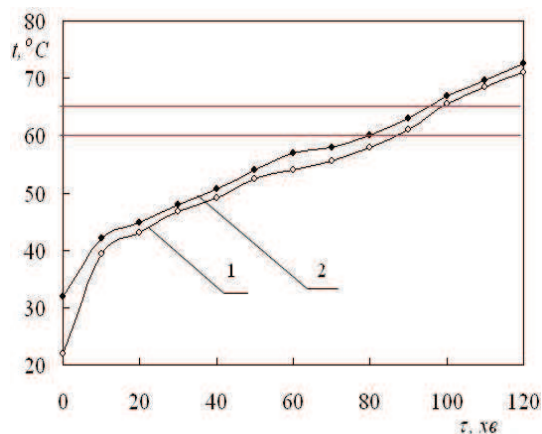
Поряд з тунельними і конвеєрними сушильними установками розроблені низькотемпературні теплонасосні сушильні установки камерного типу, при використанні яких витрати енергії значно нижчі в порівнянні з існуючими вітчизняними аналогами.

Висновки

Отже, на підставі узагальнення закономірностей тепломасообміну під час паротермічної обробки і сушіння фруктів і овочів, встановлені раціональні параметри процесів в залежності від конкретного виду сировини, її специфічних властивостей, на основі яких розроблена технологія виробництва натуральних чипсів, яка забезпечує зниження собівартості і підвищення енергоефективності виробництва.

Література

1. Пат. 10964 Беларусь, МПК⁸ A23L 1/212, A23B 7/005. Способ производства пищевого продукта из яблок/Арнаут С.А., Ловкис З.В. –№ а20060519; заявл.26.05.2006; опубл. 30.08.2008.
2. Sham 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.– P.1341-1347.
3. Пат. WO 074102, A23L 1/212, A23B 7/022, A23B 7/08, A23B 7/06, A23B 7/10, A23B 7/155. Method of manufacturing diet chips of vegetables and fruits/W. Plocharski, D. Konopacka. – P 346508; заявл. 15.03/2001; опубл. 26.09.2002.– International application № PCT/PL2002/000013



$t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$; $V = 1\text{ м/с}$; $d = 10\text{ г/кг с. н.}$ $\delta = 3...4\text{ мм}$:
 1 – температура внутрішнього шару;
 2 – температура зовнішнього шару

Рис. 4 – Зміна температури матеріалу під час сушіння

4. Пат. 2363254 Российская Федерация, МПК8 A23L 1/212. Способ производства пищевого продукта из яблок/Степаненко И.А., Щеглов Н.Г., Ананьева Е.А.–№ 2008114405/13;заявл.18.04.2008;Опубл. 10.08.2009.
5. Пат. 2461203 Российская Федерация, МПК⁹ A23B 7/01, A23B 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
6. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов. - М.: Легкая и пищевая промышленность. 1982.-272 с.
7. Снежкин Ю.Ф., Шапарь Р.А. Анализ факторов повышения эффективности процесса сушки термолabileльных материалов. Промышленная теплотехника. – 2009.– Т. 31.–№ 7.– С.110-112.
8. Снежкин Ю.Ф., Дабижа Н.А., Шапарь Р.А. Определение энергетических затрат при сушке коллоидных капиллярно-пористых матриалов. Промышленная теплотехника. – 2003.– Т. 25.–№ 4.– С.198-200.
9. Снежкин Ю.Ф. Энергоэффективность в процессах сушки/Ю.Ф. Снежкин //XIV Минский международный форум по тепло-и массообмену, 10-13 сентября 2012 г. :тезисы докладов и сообщений. – Минск: 2012, т.1, часть 2.– С. 604-607.
10. Пат. 73159 Україна, МПК9 A23B 7/02, F26B 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.
11. Пат. 73160 Україна, МПК⁹ A23B 7/02, F26B 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.
12. Пат. 72873 Україна, МПК⁹ A23B 7/02, F26B 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.
13. Пат. № 79242 Україна, МПК⁹ A23B 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.
14. Пат. № 79786 Україна, МПК⁹ A23B 7/02, F26B 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.

УДК 640.43+662.921

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ КОМПЛЕКСІВ ЗА РАХУНОК ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОНОСІЯ

**Ощипок І.М., докт. техн. наук, професор
Львівська комерційна академія, м. Львів**

Розглянуте питання аналізу теплових мереж закладів готельно—ресторанного господарства, охарактеризовані питання, які не завжди правильно або зовсім не враховуються при розробці і експлуатації теплових мереж. Досліджений вплив температури теплоносія на ефективність теплопостачання з урахуванням затрат на паливо і монтаж системи опалення готельно-ресторанних комплексів. Визначена оптимальна температура теплоносія.

Considered the issue of thermal analysis of a network of institutions in hotel and restaurant management, characteristic issues that are not always correct or not taken into account in the design and operation of heating systems. Influence of coolant temperature on the efficiency of heat based on fuel costs and installation of heating system hotel and restaurant. The optimum temperature coolant.

Ключові слова: готель, ресторан, теплава, мережа, температура, теплоносії, енергозбереження.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Теплопостачання являє собою процес забезпечення низькопотенціальною теплотою декількох окремо розташованих споживачів від одного джерела корпусам готельно-ресторанного комплексу. У технологічному плані воно є одноразовим триєдиним процесом, з виробництва теплової енергії, транспортування і її споживання. Такий складний процес має дві характерні особливості, які не завжди правильно або зовсім не враховуються у процесі будівництва та подальшої експлуатації об'єктів теплозабезпечення. З одного боку, теплопостачання - цілеспрямований і