

Погарський Олексій Сергійович, асист., кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-97; e-mail: ktrppom@ukr.net.

Погарский Алексей Сергеевич, асист., кафедра технологий переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-97; e-mail: ktrppom@ukr.net.

Pogarskiy Aleksey, assistant, Department of Technology processing of fruits, vegetables and milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-97; e-mail: ktrppom@ukr.net.
DOI: 10.5281/zenodo.1306500

УДК 664.8.047

ВПЛИВ ВИДІВ БЛАНШУВАННЯ ЯБЛУК НА ПРОЦЕС ЗНЕВОДНЕННЯ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ЧИПСІВ

О.В. Гусарова

Викладено результати дослідження впливу різних видів бланшування яблук сорту Джонатан на кінетику зневоднення під час сушіння конвективним методом. Показано, що бланшовані парюю яблука досягають кінцевого вологовмісту на 25–35% швидше, ніж за інших видів обробки. Розраховано коефіцієнт набухання та відновлюваність яблук для кожного виду бланшування. Показано, що яблука, бланшовані парюю, мають найкращу відновлюваність – 86,9%. Проаналізовано вплив досліджених видів обробки на органолептичні характеристики сировини та чипсів.

Ключові слова: бланшування парюю, бланшування в розчинах, яблучні чипси, конвективне зневоднення, коефіцієнт набухання, відновлюваність.

ВЛИЯНИЕ ВИДОВ БЛАНШИРОВАНИЯ ЯБЛОК НА ПРОЦЕСС СУШКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧИПСОВ

Е.В. Гусарова

Изложены результаты исследования влияния различных видов бланширования яблок сорта Джонатан на кинетику обезвоживания при сушке конвективным методом. Показано, что бланшированные паром яблоки

достигают конечного влагосодержания на 25–35% быстрее, чем при других видах обработки. Рассчитан коэффициент набухания и восстанавливаемость яблок для каждого вида бланширования. Показано, что яблоки, бланшированные паром, имеют наилучшую восстанавливаемость – 86,5%. Проанализировано влияние исследованных видов обработки на органолептические характеристики сырья и чипсов.

Ключевые слова: бланширование паром, бланширование в растворах, яблочные чипсы, конвективное обезвоживание, коэффициент набухания, восстанавливаемость.

INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES BLANCHING APPLES ON DRYING PROCESS FOR CRISPS PRODUCTION

O. Husarova

A new form of dried products for Ukrainian consumers is fruit and vegetable crisps. Fruit or vegetable crisps obtained by drying to low residual moisture. Their characteristic is the lack in the composition of cholesterol, carcinogens and more.

Scientific development technologies drying crisps involved in many countries (USA, Poland, Hungary, Korea, Thailand, Russia and Belarus), but Ukraine does not pay enough attention to such studies.

The article describes the basic methods of preliminary heat treatment apples before drying. One type of preliminary heat treatment is blanching raw materials.

Objects of research were Jonathan apples. Dehydration was carried out by the method of stage convective drying to the final moisture content not more than 6% at temperatures of the drying agent 80..60 °C, speeds – 1.5 m/s, moisture content – 10 g/kg dry air. The temperature of apples during drying is not exceeded 60 °C.

The article presents the results of studies on the effects of various blanching types on the dehydration kinetics of apples dried by method of convection. The drying curves Jonathan apples and organoleptic properties apple crisps are analyzed. It is shown that apples which blanching by steam obtained the final moisture content by 25...39% faster than with other types of processing. The best effect of steam blanching is achieved at a material temperature of 85...95 °C for 30...40 s. The coefficient of swelling and renewal of apples for each type of blanching is calculated. It is proved that the apples which blanching by steam have the best recovery – 86.5%.

The influence of various blanching types processing on the organoleptic characteristics of raw materials and crisps has been analyzed. The results used to develop energy efficient production technology of apple crisps. The technology is protected by 10 patents of Ukraine.

Keywords: blanching by steam, blanching in solutions, apple crisps, convective dehydration, swelling ratio and recovery.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Відносно новим продуктом на українському ринку є фруктово-овочеві чипси. Такі чипси виробляються без смаження в олії, що виключає наявність

холестерину, канцерогенів тощо в їхньому складі. Вони ароматні, смачні та, що важливо, натуральні. Чипси набувають популярності та попиту завдяки низькій калорійності, зручності у вживанні, тривалому терміну зберігання. Проте в торговельній мережі України 85–90% чипсів закордонного виробництва компаній Paula (Польща) та Nobilis (Угорщина), які мають занадто високу ціну.

Сушіння – основний процес у технологічному циклі виробництва чипсів, який характеризується високою енергоємністю. Враховуючи всезростаючу вартість енергоресурсів, під час дослідження процесів сушіння і проектування сушильного устаткування витрати енергії є визначальним чинником. І саме питанню енергозбереження в сушильній техніці завжди приділяють основну увагу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковими розробками технологій сушіння чипсів займаються в багатьох країнах світу: США, Польщі, Угорщині, Кореї, Таїланді, Росії та Білорусії, проте в Україні не приділяють достатньої уваги подібним дослідженням [1–6].

У разі сушіння яблук до низької залишкової вологості (не більше 6%) у технологіях виробництва чипсів суттєво зростають енергетичні витрати на процес зневоднення. Із метою інтенсифікації масопереносу під час сушіння та зменшення енергетичних витрат проводять попередню теплову обробку яблук.

До попередньої теплової обробки належить бланшування. Бланшуванням плодоовочевої сировини називають короткочасну теплову обробку за певного температурного режиму паром, гарячим повітрям, гарячою або киплячою водою, водними розчинами органічних кислот, лугів, харчових речовин (розсоли, сиропи) тощо. Температура бланшування завжди більше 60 °С, час і спосіб обробки залежать від виду конкретної сировини. Час і температура бланшування взаємозалежні: чим вища температура, тим менша тривалість обробки. Критерієм оцінювання інактивзації ферментної системи під час бланшування є реакція на наявність найбільш термостійкого ферменту – пероксидази. Для її інактивзації температура матеріалу має бути в діапазоні від 75 °С до 88 °С [7–10].

У результаті такої обробки змінюється маса та об'єм яблучної сировини, збільшується клітинна проникність, інактивуються ферменти, гідролізується протопектин, видаляється повітря. Яблучна сировина набуває специфічних органолептичних властивостей [11].

Багато вчених досліджували вплив різних видів попередньої обробки яблук на процес сушіння [1–3; 7–10], але ще лишилися невивчені проблеми.

Так, у праці [7] дослідники обґрунтовують режими бланшування яблучних пластин у сахарозі, аскорбіновій і лимонній кислотах та воді. Автори [8; 9] досліджували вплив попередньої обробки (бланшування парою, витримування у 20% цукрову сиропі та проморожування) пластин яблук перед сушінням на тривалість процесу сушіння та товарний вигляд продукту. Учені [10] дослідили вплив бланшування в різних концентраціях цукрового сиропу (від 15% до 70%) підготовлених яблук та способу сушіння на якісні показники яблучних снєків і витрати енергії. Але вплив видів попередньої обробки на відновлюваність зневодненої сировини в цих працях не досліджена. Здатність до набухання та відновлюваність є важливими критеріями оцінювання якості сушених продуктів, тому такі дослідження є важливими та необхідними.

Мета статті – дослідження впливу різних видів бланшування яблук сорту Джонатан на процес сушіння до низької залишкової вологості, на органолептичні характеристики сировини та чипсів, на відновлюваність яблук; вибір виду обробки яблук перед сушінням із метою інтенсифікації процесу зневоднення, розробка тепло технології виробництва фруктових чипсів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У ході досліджень підготовлені яблука сорту Джонатан нарізали кільцями завтовшки 3–4 мм та піддавали різним видам бланшування: бланшування парою, бланшування в 1% розчині лимонної кислоти і 10% розчині цукрового сиропу. Зневоднення здійснювалося методом стадійного конвективного сушіння до кінцевого вологовмісту не більше 6% при температурах сушильного агента 80...60 °С, швидкості – 1,5 м/с, вологовмісті – 10 г/кг с.п. Температура яблук під час сушіння не перевищувала 60 °С. За результатами попередніх експериментальних досліджень [12], такий режим зневоднення і параметри сушильного агента рекомендовані для одержання яблучних чипсів.

Результати аналізу впливу видів бланшування на органолептику свіжого зразка та готового продукту (табл.) свідчать, що всі досліджені види обробки забезпечують високий ступінь збереження кольору вихідної сировини та чипсів.

Аналіз видів бланшування на тривалість сушіння (рис. 1) показує, що досліджені види обробки не завжди прискорюють зневоднення порівняно з необробленими зразками.

**Вплив різних видів бланшування яблук на колір зразка
і готового продукту**

Вид бланшування	Зміна кольору свіжого зразка	Колір готових чипсів
Необроблені	Потемніння менше ніж через 2 хв від центра	Світло-коричневий колір
Парою	Колір стійкий насичений	Світло-кремовий колір
У 1% розчині лимонної кислоти	Колір насичений	Світло-жовтий колір
У 10% розчині цукрового сиропу	Колір насичений	Кремовий колір

Установлено, що тривалість сушіння зразків, бланшованих парою до низької залишкової вологості, порівняно з необробленими скоро-чується на 25–35% (рис. 1), швидкість їх зневоднення найбільша майже протягом усього процесу (рис. 2), а тривалість – найменша. Зразки, оброблені в розчині лимонної кислоти, мають найвищу швидкість кінетики сушіння (рис. 2) на початку процесу, але далі процес іде зі спадною швидкістю. Підвищення кислотності середовища сприятливо впливає на клітинні мембрани, підвищуючи їхню проникність та інтенсивність видалення вологи. Бланшування яблук в 1% розчині лимонної кислоти скорочує тривалість процесу на 20–25%, порівняно з необробленими. Процес сушіння зразків, оброблених у розчині цукрового сиропу, найповільніший порівняно з необробленими через закупорювання капілярів сиропом, що особливо помітно на заключній стадії зневоднення (рис. 1).

Бланшування в розчинах лимонної кислоти, як і в цукровому сиропі, негативно позначається на смакових показниках готового продукту, зразки злипаються та прилипають до поверхні сушіння. До того ж бланшування в розчинах призводить до здорожчання продукту через придбання додаткових смакових компонентів, втрати натуральності, при цьому порівняно з бланшуванням парою відбуваються більші втрати поживних водорозчинних речовин (на 2–4%).

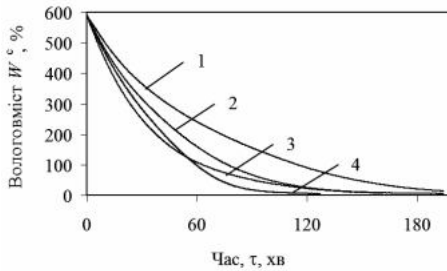


Рис. 1. Вплив видів бланшування на тривалість процесу зневоднення яблук при $T=80\text{...}60\text{ }^\circ\text{C}$, $V=1,5\text{ м/с}$, $d=10\text{ г/кг с.п.}$: 1 – небланшовані яблука; 2 – бланшовані в 10% розчині цукрового сиропу; 3 – бланшовані в 1% розчині лимонної кислоти; 4 – бланшовані паром

У зв'язку з цим яблука перед зневодненням слід попередньо бланшувати паром. Необхідний ефект обробки досягається за температури матеріалу в інтервалі $85\text{...}95\text{ }^\circ\text{C}$ впродовж 30–40 с. Порушення режиму призводить до погіршення якісних показників, збільшення тривалості зневоднення і, як наслідок, зростання енергетичної складової процесу. Бланшування паром сприяє стабілізації кольору і смаку, збереженню вітамінного комплексу, інактивації ферментної системи, знешкодженню вегетативної мікрофлори сировини, збільшує масоперенос під час сушіння.

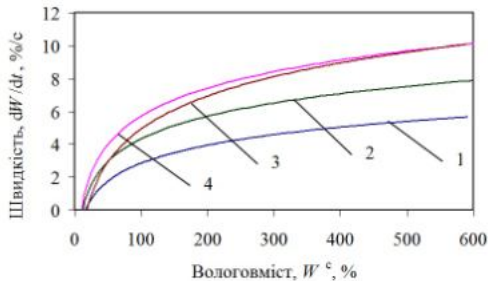


Рис. 2. Вплив видів бланшування на швидкість процесу зневоднення яблук при $T=80\text{...}60\text{ }^\circ\text{C}$, $V=1,5\text{ м/с}$, $d=10\text{ г/кг с.п.}$: 1 – небланшовані яблука, 2 – бланшовані в 10% розчині цукрового сиропу; 3 – бланшовані в 1% розчині лимонної кислоти; 4 – бланшовані паром

Одним із критеріїв оцінювання якості сушених продуктів є їхня властивість до набухання та відновлення. Висока відновлюваність висушених матеріалів свідчить про правильну обрані режими підготовки сировини до сушіння та зневоднення [11; 13].

Із метою перевірки правильності режимів підготовки сировини до сушіння і зневоднення та визначення якості яблучних чипсів проведено дослідження з визначення відновлюваності яблучних чипсів. Дослідження проводилися за методикою Б.В. Зозулевича [13] ваговим способом.

Оцінювання набухання здійснювалася за допомогою коефіцієнта набухання K_n , який показує відносне збільшення маси продукту після набухання та визначає здатність до відновлення початкових властивостей матеріалу під час зневоднення [11; 13].

Коефіцієнт набухання K_n визначався за формулою

$$K_n = \frac{G_2}{G_1} \quad \text{або} \quad K_n = \frac{\Delta G}{G_1}, \quad (1)$$

де K_n – коефіцієнт набухання; G_1 і G_2 – маса матеріалу до і після набухання відповідно, г; ΔG – приріст маси впродовж набухання, г.

Відповідно до Б.В. Зозулевича [13] відновлюваність матеріалу B є більш показовою величиною, яка безпосередньо показує, наскільки вологість відновленого матеріалу наближається до вихідної, яка приймається за 100%.

Відновлюваність B матеріалу визначалася за формулою

$$B = \frac{S_0}{S_1} \cdot K_n \cdot 100\% \quad (2)$$

де S_0 – вміст сухих речовин у вихідній сировині, %; S_1 – вміст сухих речовин у висушеному матеріалі, %.

Отримані значення коефіцієнта набухання K_n (рис. 3) та відновлюваності B (рис. 4) для яблучних чипсів наведено залежно від виду бланшування та режимів зневоднення.

Як видно з рисунків 3 та 4, найбільші значення коефіцієнта набухання K_n отримано в разі бланшування в 1% розчині лимонної кислоти, але найкраща відновлюваність чипсів $B = 86,5\%$ отримана за умов бланшування парою. Більше значення відновлюваності також за ступеневого режиму сушіння, ніж за температури 60 °С. Це свідчить про те, що використання бланшування парою та ступеневого режиму зневоднення є правильним і доцільним для виробництва чипсів.

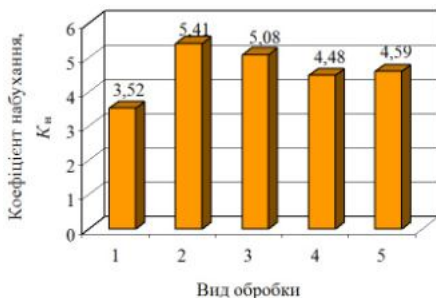


Рис. 3. Динаміка зміни коефіцієнта набування K_n залежно від видів бланшування та режимів зневоднення: 1 – 10% розчин цукрового сиропу; 2 – 1% розчин лимонної кислоти; 3 – бланшування парюю; 4 – $T=60$ °С, небланшоване; 5 – $T=80...60$ °С, небланшоване

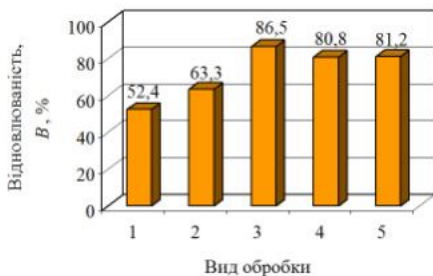


Рис. 4. Динаміка зміни відновлюваності B залежно від видів бланшування та режимів зневоднення: 1 – 10% розчин цукрового сиропу; 2 – 1% розчин лимонної кислоти; 3 – бланшування парюю; 4 – $T=60$ °С, небланшоване; 5 – $T=80...60$ °С, небланшоване

Як бачимо, повного відновлювання чипсів не спостерігається. Пояснюється це тим, що під час сушіння яблук здійснюється перехід протопектину в розчинну форму, усадка матеріалу, деформується структура паренхімних тканин, стискаються вільні міжклітинні простори та звужуються капіляри, по яких волога всмоктується під час набування. До того ж через тепловий вплив зчиняється необоротна коагуляція протоплазми клітин і денатурація речовин, які здатні в нормальному стані зв'язувати вологу та набухати [11].

Висновки. У праці доведено, що загальноприйнятні види обробки сировини перед сушінням не завжди покращують якість готового продукту та прискорюють процес сушіння. Для запобігання погіршенню якісних показників готового продукту та кращій

відновлюваності рекомендується проводити бланшування яблук парою за температури матеріалу в інтервалі 85...95 °С впродовж 30–40 с, а сушіння в режимі ступеневого зневоднення при параметрах сушильного агента: температурі 80...60 °С, швидкості 1,5 м/с та вологовмісті 10 г/кг с.п.

На підставі узагальнення результатів експериментальних досліджень розроблена енергоефективна теплотехнологія виробництва чипсів із фруктів. В основу технології покладено метод швидкісного конвективного сушіння попередньо бланшованої парою сировини в режимах двостадійного зневоднення. Технологія захищена 10 патентами України.

Список джерел інформації / References

1. Sham, P., Scaman, C., Durance, T. (2001), "Texture of vacuum microwave dehydrated apple chips as affected by calcium pretreatment, vacuum level, and apple variety", *Journal of Food Science*, Vol. 66, No. 9, pp. 1341-1347.
2. Калашников Г. В. Линия производства сушеных яблок, груш, моркови, тыквы и чипсов / Г. В. Калашников, Е. В. Литвинов // Вестник ВГУИТ. – 2015. – №4 (66). – С. 28–31.
Kalashnikov, G.V., Litvinov, E.V. (2015). "A line for the production of dried apples, pears, carrots, pumpkins and chips" ["Linija proizvodstva sushenyih yablok, grush, morkovi, tykvy i chipsov"], *Bulletin VSUET*, No. 4 (66), pp. 28-31.
3. Королев А. А. Технология производства плодовоовощных чипсов методом комбинированного обезвоживания / А. А. Королев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 10. – С. 29–30.
Korolev, A.A. (2012), "Technology of production of fruit and vegetable chips by the method of combined dehydration" ["Tehnologiya proizvodstva plodovoschnykh chipsov metodom kombinirovannogo obezvozhivaniya"], *Storage And Processing Of Agricultural Raw Materials*, No. 10, pp. 29-30.
4. Plochanski, W., Konopacka, D. (2002), *Method of manufacturing diet chips of vegetables and fruits*, PL. Pat. No WO 2002074102.
5. Giannini, Beau (2010), *A method of preparing apple chips*, China. Pat. WO 2010090620.
6. Jo Gyu Pyo, (2014), *Preparing method of apple chips*, Korean. Patent No 1020140040963.
7. Никитенко А. Н. Обоснование режима бланширования яблочных пластин при производстве чипсов / А. Н. Никитенко, З. Е. Егорова // Известия НАН Беларуси. Секция аграрных наук. – 2013. – № 4. – С. 105–110.
Nikitenko, A.N., Egorova, Z.E. (2013). "Substantiation of the blanching regime of apple plates in the production of chips" ["Obosnovanie rezhima blansirovaniya yablochnykh plastin pri proizvodstve chipsov"]. *Proceedings of the NAS of Belarus. Section of Agrarian Sciences*. No. 4, pp. 105-110.
8. Панасюк С. Г. Дослідження впливу температури та методів попередньої обробки сировини на процес сушіння [Електронний ресурс] / С.Г. Панасюк, О. В. Лисик // Сільськогосподарські машини. – 2014. – Вип. 27. – С. 85–89. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/silmah_2014_27_14

Panasyk, S.H., Lysyk, O.V. (2014), “The influence of temperature and methods of pretreatment of raw materials to the drying process” [“Doslidzhennia vplyvu temperatury ta metodiv poperednoi obrobky syrovyny na protses sushinnia”], *Agricultural machinery*, No. 27, pp. 85-89.

9. Кірчук Р.В. Порівняльна оцінка методів енергозбереження при сушінні яблук / Р. В. Кірчук, С. Г. Панасюк, В. В. Тарасюк // Механізація, електрифікація та автоматизація технологічних процесів в АПК. – 2015. – № 3 (38). – С. 241–249.

Kirchuk, R.V., Panasiuk, S.H., Tarasiuk, V.V. (2015) “Comparative assessment of energy saving methods for apple drying” [“Porivnialna otsinka metodiv enerhozberezhennia pry sushinni yabluk”], *Mechanization, electrification and automation of technological processes in the agroindustrial complex*, No. 3 (38), pp. 241-249.

10. Malezhyk, I., Dubkovetskiy, I., Bandurenko, H., Strelchenko, L. (2016), “The use of convective-thermoradiative method of energy supply in the apple snack technology”, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 6, No. 11 (84), pp. 47-53.

11. Шапар Р. О. Інтенсифікація процесів сушіння рослинних пектиновмісних матеріалів : автореферат дис. ... канд. техн. наук спец. 05.14.06 “Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика” / Р. О. Шапар. – К., 2004. – 26 с.

Shapar, R.O. (2004), *Intensification of drying process of plant pectin containing materials: Author's thesis [Intensification of drying process of plant pectin containing materials: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk]*, Kyiv, 26 p.

12. Снежкін Ю.Ф. Обґрунтування режимів зневоднення яблук при виробництві фруктових чипсів / Ю. Ф. Снежкін, О. В. Гусарова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Харків : ХДУХТ, 2017. – Vol. 2. – С. 55–63.

Sniezhkin, Yu.F., Husarova, O.V. (2017), “Substantiation of dehydration regimes for the production of fruit chips” [Obgruntuvannia rezhimiv znevodnennia yabluk pry vyrobnytstvi fruktovvkh chivnsiv]. *Progressive engineering and technology of food production enterprises, catering business and trade*, No. 2, pp. 55-63.

Гусарова Олена Віталіївна, наук. співроб. відділу Тепломасопереносу в теплотехнологіях Інституту технічної теплофізики НАН України. Адреса: вул. Желябова, 2а, м. Київ, 03057, Україна. E-mail: O.V.Husarova@nas.gov.ua.

Гусарова Елена Витальевна, науч. сотруд. отдела Тепло-массопереноса в теплотехнологиях Института технической теплофизики НАН Украины. Адрес: ул. Желябова, 2а, г. Киев, 03057, Украина. E-mail: O.V.Husarova@nas.gov.ua.

Husarova Olena, research assistant of the Department of Mass Transfer in Heat Technologies of the Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine. Address: Zhelyabova str., 2a, Kyiv, 03057, Ukraine. E-mail: O.V.Husarova@nas.gov.ua.
DOI: 10.5281/zenodo.1306519