

УДК 664.844:663.05

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НАПІВФАБРИКАТІВ З КАРТОПЛІ

Малежик Іван Федорович д.т.н., професор
Бандуренко Галина Михайлівна к.т.н., доцент
Дубковецький Ігор Володимирович к.т.н., доцент
Писарєв Максим Григорович аспірант
Національний університет харчових технологій

Malezhik I.

Bandurenko G.

Dubkovetskyu I.

Pisarev M.

National University of Food Technologies

Анотація: найбільш ефективним методом консервування харчових продуктів на сьогодні є охолодження продуктів і напівфабрикатів. Але даний метод не набув значного поширення через коротку тривалість зберігання. У роботі наведено результати дослідження процесу сушіння картоплі трьома методами: конвективним, терморадіаційним і комбінацією цих методів.

Ключові слова: зневоднення, картопля, напівфабрикат, комбінований метод, опромінення, енергозатрати, терморадіаційне сушіння.

Вступ

Промислова переробка картоплі сьогодні має актуальне значення, оскільки вона дозволяє скоротити місткість овочесховищ і знизити транспортні перевезення. Враховуючи те, що один кілограм сушеної картоплі еквівалентний восьми кілограмам свіжої, економія у межах держави може бути надзвичайно істотною. При цьому ліквідуються втрати картоплі при зберіганні, більш повно зберігається харчова цінність, з'являється можливість збагачення продуктів вітамінами та іншими цінними компонентами, створюються умови для комплексної переробки сировини з повною утилізацією відходів і створення запасів продуктів з картоплі на випадок неврожаю. Особливо важливим в умовах сьогодні є те, що виробництво продуктів з картоплі дозволяє також значно зменшити трудомісткість приготування їжі на підприємствах громадського харчування і в домашніх умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Різноманітний асортимент продуктів з картоплі за кулінарним призначенням і технологією виробництва поділяють на такі групи: консервовані продукти з картоплі; картоплепродукти, обжарені в олії; зневоднені напівфабрикати з картоплі; охолоджені та швидкозаморожені напівфабрикати. Такі напівфабрикати мають підвищений попит споживачів, оскільки часу на приготування їжі в середньостатистичного українця стало значно менше. Проблема виробництва охолоджених напівфабрикатів з картоплі в достатній кількості та розширення їх асортименту є актуальною, але виробництво зазначеної продукції має свої складнощі. Одна з найбільш важких проблем зберігання напівфабрикату з сирової очищеної картоплі – короткий термін зберігання, запобігання мікробіологічного псування та зміна кольору після очищення [1-3].

Асортимент охолоджених та швидкозаморожених напівфабрикатів сьогодні представлений такими продуктами як картопля гарнірна, котлети, биточки й вареники. Такі напівфабрикати з картоплі є нетривалого зберігання (до 3 місяців). Їх виробляють способом обробки сирової очищеної картоплі різними консервантами, фасування в пакети з полімерних матеріалів і зберігання при знижених температурах чи в замороженому стані. Випускають також напівфабрикати з очищеної сульфатованої картоплі, тривалість зберігання яких при 2-7 °С сягає 18 діб [1-3].

Вивчення цього питання показало, що якість очищеної і консервованої картоплі залежить від сорту, способу очищення і консервування, виду консерванту, упаковки та умов зберігання. Оптимальним способом очищення картоплі, призначеної для реалізації у свіжому вигляді, є механічний, при великих потужностях підприємства – паротермічний, а рекомендований класичними технологіями сорт – «Огоньок». Найбільш ефективними консервантами є 0,5 % розчин бісульфіту натрію та суміш розчинів 0,6 %-вого бісульфіту натрію і 0,7 %-вого розчину бензойної кислоти. Також ефективним є спосіб зберігання очищеної картоплі, обробленої 0,5 %-вим розчином бісульфіту натрію протягом 5 хвилин, пакування під вакуумом і зберігання при температурі +6°C протягом 7 діб. Продовжують тривалість зберігання цього напівфабрикату за рахунок використання в упаковках атмосфери азоту (до 30 діб) чи вуглекислого газу (до 15 діб). Недоліком способу є те, що картопля, яка зберігалась в атмосфері азоту, при розкритті пакетів темніє, тому її відразу необхідно опускати в холодну воду і варити до готовності. Крім того, багато споживачів не бажає вживати хімічно оброблену їжу, навіть при внесенні незначних доз консервантів [1-3].

Аналізуючи наукові здобутки багатьох авторів нами було запропоновано й доведено доцільність використання у виробництві напівфабрикатів з картоплі їх часткового зневоднення, як альтернативу існуючим способам.

Мета роботи – розробити нові технології виробництва напівфабрикатів з картоплі без застосування хімічних консервантів.

У завдання досліджень, насамперед, входило встановлення режимів, які забезпечують максимальне збереження хімічного складу вихідної сировини.

Об'єкти та методи досліджень

Для досліджень вибрано сорт картоплі Гатчинський. Експериментальні дослідження проводили у лабораторних умовах на дослідних установках кафедри процесів і апаратів харчових виробництв та кафедри технології консервування. Вологовміст та швидкість сушіння визначали за відповідними методиками. Попередня підготовка картоплі включала миття, інспекцію, калібрування, очищення і доочищення. Очищення картоплі здійснювали механічним способом. Дочищену картоплю нарізали на пластинки товщиною 1,5-2 мм, кубики розміром 5x5 мм чи стовпчики розміром 3x5x20мм, змивали з поверхні крохмаль і піддавали короткочасному бланшуванню у гарячій воді протягом 1-2 хвилин.

На експериментальній сушильній установці нами були досліджені швидкість сушіння, витрати енергії і зміни якості картоплі при конвективному, терморадіаційному і комбінованому способах сушіння. Картоплю розміщували товщиною 8 мм на сітчастому піддоні, який вставляли в сушильну камеру. При конвективному способі сушіння підведення теплоти здійснювали від зовнішнього ТЕНу потужністю 1 квт, з швидкістю руху теплоносія 6 м/с.

При дослідженні терморадіаційного способу сушіння застосовували одностороннє інфрачервоне (ІЧ) нагрівання. Як генератори ІЧ-випромінювання було використано трубчаті електричні нагрівачі (ТЕНи) з довжиною хвиль 2,0...4,0 мкм. Прогрівання ТЕНів здійснювалось при величині опроміненості (E) 8 кВт/м², а відстань від інфрачервоних ТЕНів до продукту становила 15 см. Регулювання величини E під час сушіння здійснювали з допомогою датчика температури з кроком варіювання $\pm 1^{\circ}\text{C}$. У випадку застосування комбінованого способу сушіння картоплі одночасно з опроміненням здійснювали конвективне підведення теплоти від зовнішнього ТЕНу потужністю 1 квт, з швидкістю руху теплоносія 6 м/с.

Результати досліджень

Відомо, що якість отриманого продукту залежить від способу попередньої підготовки сировини, правильно проведеного процесу її обробки, умов пакування та зберігання. Існуючі технології виробництва напівфабрикатів з картоплі призначені призупинити активну дію ферментної

системи та пригнітити дію мікроорганізмів, які знаходяться на поверхні. Цього досягають за рахунок зниження температури навколишнього середовища та застосування ряду хімічних речовин [2,3].

Нами запропоновано удосконалення технології охолоджених напівфабрикатів з картоплі методом швидкої температурної обробки напівфабрикату та його часткового зневоднення. Оскільки нагрівання продукту приводить до інактивації ферментної системи, режими бланшування підбирали так, щоб картопля залишилась пружною і на поверхні відбувся процес інактивації ферментів. Вказаного результату досягали за рахунок бланшування картоплі у гарячій воді протягом 1-2 хвилин. При цьому переривались окислювальні процеси потемніння поверхні і забезпечувалась стабільність природного кольору бульб. Одночасно з поверхні картоплі змивався крохмаль, що мало позитивні наслідки при подальшому її зневодненні. Необхідність часткового зневоднення картоплі викликана, перш за все, необхідністю сухої поверхні напівфабрикату. У цьому випадку суха поверхня є істотною перешкодою для розвитку мікроорганізмів. З іншої сторони, підвищення концентрації сухих речовин у напівфабрикаті призводить до вираженого смаку приготованих з нього страв, а щільна структура отриманого напівфабрикату позитивно впливає на технологічні особливості його подальшого використання. Такі результати підтверджуються дослідженнями інших авторів [4-6].

Відомо, що при конвективному сушінні носієм теплоти є повітря. Не зважаючи на те, що цей спосіб є найбільш простий у його реалізації, у той же час він є найбільш тривалим. При сушінні інфрачервоним випромінюванням, повітря не виконує функцію носія теплоти, а лише функцію відведення вологи. Він є досить короткочасний, але затратний. Нами запропоновано дослідити зневоднення кожним способом окремо, а також комбінувати ці два способи підведення теплоти, що дозволить зменшити відносну вологість повітря і збільшити рушійну силу процесу порівняно з інфрачервоним сушінням. Попередньо проведені дослідження дозволили встановити доцільність часткового зневоднення картоплі до вмісту у ній сухих речовин (СР) 45% при температурі повітря 70 °С. Це зумовлено необхідними технологічними показниками напівфабрикатів, а також тим фактом, що при застосуванні терморадіаційного опромінення температура всередині продукту істотно підвищується і негативно впливає на хімічний склад вихідної сировини [7-9].

Під час досліджень були побудовані криві сушіння картоплі (рис 1-3). Початковий вологовміст картоплі складав 350 %. Сушіння проводили до кінцевого вологовмісту 122 %, що відповідає вмісту сухих речовин у картоплі 45 %. Як видно з рис.1, прогрівання зразків картоплі, нарізаних пластинками, у процесі конвективного сушіння тривало 10 хв, а зневоднення – 35 хвилин. При сушінні пластинок картоплі ІЧ-променями прогрівання зразка відбувалось значно швидше – 5 хв, процес зневоднення також прискорювався і становив 20 хвилин. Застосування комбінації конвективного й терморадіаційного способів сушіння дозволило отримати необхідний продукт протягом 25 хвилин.

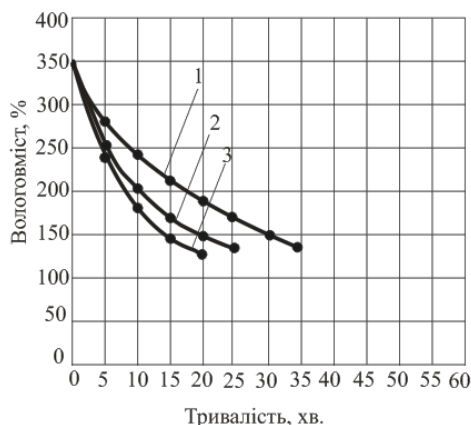


Рис. 1. Зміни вологовмісту пластинок картоплі у процесі їх зневоднення способами: 1 – конвективним, 2 – комбінованим, 3 – терморадіаційним

Зміни вологовмісту брусочків картоплі при її сушінні наведені на рис.2.

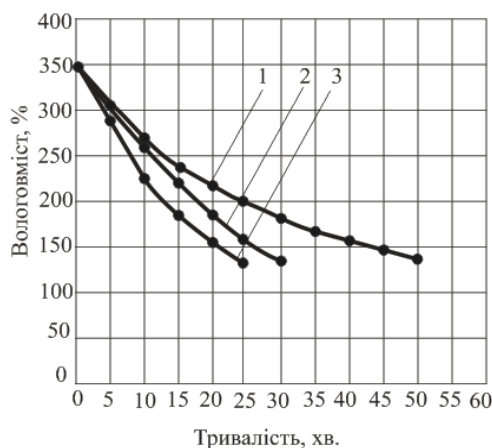


Рис. 2. Зміни вологовмісту брусочків картоплі у процесі їх зневоднення способами: 1 – конвективним, 2 – комбінованим, 3 – терморадіаційним

Як видно з рисунка 2, тривалість зневоднення брусочків залежала головним чином від способу сушіння і становила для конвективного способу – 50 хвилин, терморадіаційного способу – 25 хвилин і комбінованого – 30 хвилин. Порівнюючи графіки на рис.1 і рис.2 можна відзначити ті самі закономірності процесу. Оскільки тривалість сушіння при забезпеченні однакових температурних режимів залежить, головним чином, від товщини шматочків картоплі, зневоднення пластинок відбувається найшвидше і в цьому випадку.

При зневодненні картоплі, нарізаної кубиками, тривалість сушіння залежала головним чином від способу зневоднення і становила для терморадіаційного способу – 30 хвилин, для комбінованого – 35 хвилин, а для конвективного – 60 хвилин (рис.3).

Порівнюючи продукти, отримані трьома способами сушіння, можна відзначити, що найшвидше поставленої мети можна досягнути, застосовуючи терморадіаційний спосіб зневоднення картоплі.

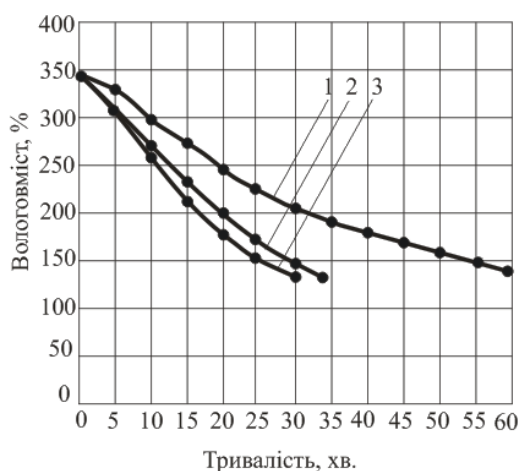


Рис. 3. Зміни вологовмісту кубиків картоплі у процесі їх зневоднення способами: 1 – конвективним, 2 – комбінованим, 3 – терморадіаційним

Одним з критеріїв оцінювання запропонованих технологій є можливість інтенсифікації процесу та встановлення величини енерговитрат на одиницю готової продукції. Тому, нами було досліджено витрати електроенергії при сушінні картоплі запропонованими способами (рис.4).

Аналізуючи отримані діаграми, можна стверджувати, що при сушінні всіх зразків менші

витрати енергії були при застосуванні терморадіаційного способу сушіння. Найменші енерговитрати – 1,5 кВт·год на 1 кг готової продукції, виявлено при сушінні терморадіаційним способом пластинок, що пояснюється їх малою товщиною і вільним вивільненням вологи. При сушінні пластинок комбінованим та конвективним способами на поверхні частинок з'являється специфічна кірочка з клейстеризованого крохмалю, яка уповільнює подальший процес зневоднення. Це приводить до збільшення енерговитрат, які зростають на 33 % й 100 % відповідно. Подібні залежності відслідковуються при сушінні брусочків та кубиків.

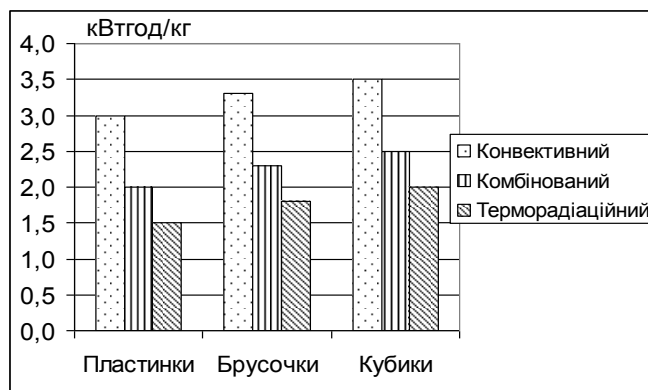


Рис. 4. Питомі витрати енергії на 1 кг напівфабрикату з картоплі залежно від способу його зневоднення

Для остаточного висновку необхідно враховувати якісні показники отриманих продуктів, у першу чергу – органолептичні (табл.1).

Таблиця 1

Органолептичні показники зразків напівфабрикатів з картоплі, зневоднених різними способами

Спосіб зневоднення	Органолептичні показники
Конвективний	Пластинки – консистенція пружна, смак та запах властиві картоплі, колір – від білого до кремового.
	Брусочки та кубики – консистенція пружна, смак та запах властиві картоплі, від білого до світло-кремового відтінку.
Терморадіаційний	Пластинки - консистенція туга, смак та запах властиві картоплі без сторонніх присмаків і запахів, колір білий.
	Брусочки та кубики – консистенція пружна, на поверхні тверда кірочка смак та запах властиві картоплі без сторонніх присмаків і запахів, від білого до світло-кремового відтінку.
Комбінований	Пластинки – консистенція туга, поверхня – тверда, смак та запах властиві картоплі без сторонніх присмаків і запахів, – від білого до кремового.
	Брусочки та кубики – консистенція пружна, смак та запах властиві картоплі без сторонніх присмаків і запахів, від білого до світло-кремового відтінку.

Як видно з таблиці 1, органолептичні показники отриманих напівфабрикатів відповідають діючим стандартам, що говорить про широкі можливості їх застосування. Для остаточного висновку проведено перевірку технологічних показників отриманих напівфабрикатів у процесі їх подальшого використання.

Для цього всі зразки піддавали гідратації за температури 100 °С (рис 5).

Як видно з рисунка 5, спосіб зневоднення картоплі безпосередньо впливає на подальшу гідратацію зразків отриманих напівфабрикатів. Тривалість гідратації шматочків складала від 2,5 до 5,5 хвилин. При подальшому обводненні шматочки втрачали форму та розвалювались на частини. Слід відзначити також те, що гідратація пройшла найшвидше у напівфабрикатів, отриманих

комбінованим способом і складала 2,5-4 хвилин, що пояснюється максимальним збереженням структури вихідної сировини. Найбільший ступінь набухання 152-178 % також спостерігали при гідратації шматочків картоплі, отриманих комбінованим способом, що надзвичайно важливо у технологіях швидкого приготування їжі.

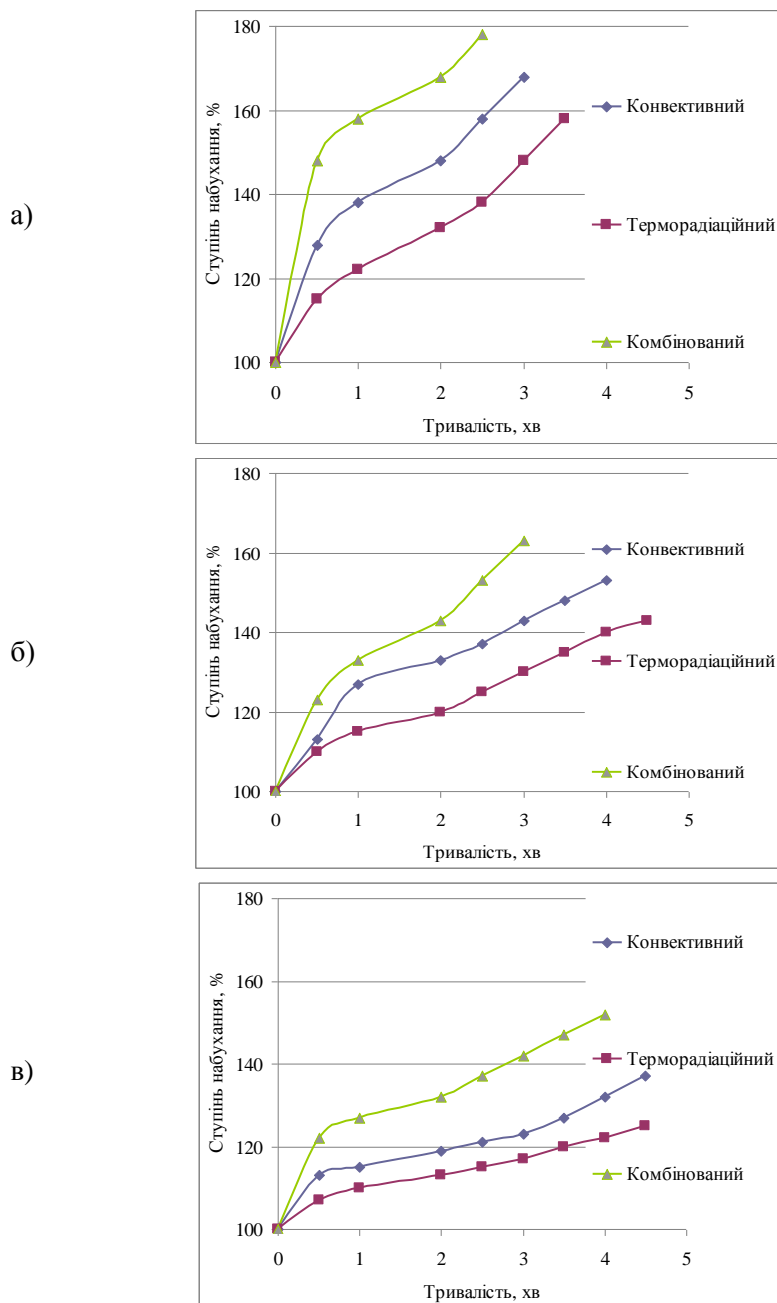


Рис. 5. Графіки набухання напівфабрикатів з картоплі, виготовлених у формі: а) пластинок; б) брусочків; в) кубиків

Проведені дослідження дали змогу запропонувати технологію отримання напівфабрикатів з картоплі, яка полягає в наступному. Помиту й очищену картоплю нарізають пластинками, брусочками чи кубиками, змивають з поверхні крохмаль, піддають бланшуванню протягом 1-3 хвилин у киплячій воді і сушать комбінованим способом, використовуючи конвективний і терморадіаційний вплив. Процес сушіння проводять за температури 70 °С протягом 25-35 хвилин до

вмісту сухих речовин 45 %, після чого їх охолоджують і фасують в герметичні пакети. Таким чином отримують напівфабрикати, які має відносно суху поверхню, світлий колір та малий термін досягнення кулінарної готовності. Строк зберігання в умовах холодильника сягає 5 діб.

Висновки

1. Проаналізовані відомі технології виробництва охолоджених напівфабрикатів з картоплі, визначено основні недоліки існуючих виробництв та вказано шляхи їх усунення.

2. Запропоновано технології виробництва охолоджених напівфабрикатів з картоплі, які виключають застосування хімічної обробки чи внесення консервантів. Поставлена задача вирішується за рахунок застосування сушіння підготовленої картоплі з використанням комбінованого способу сушіння з використанням конвективного і терморадіаційного впливу до вмісту сухих речовин 45 %.

3. Конструктивна реалізація зазначеної технології дозволить отримати ряд напівфабрикатів з картоплі протягом 25-35 хвилин з високими технологічними показниками та інтенсифікувати процес за умови мінімізації споживаних енерговитрат.

Список літератури

1. *Настольная книга производителя и переработчика плодоовощной продукции / Синха Н.К., Хью Н.Г. – М.:СПб. Профессия, 2013. – 896с.*
2. *Введение в технологи продуктов питания / И.С. Витол, В.И. Горбатьюк, Э.С. Горенков, Н.Г. Ильяшенко, Д.В. Карпенко, А.В. Коваленок, А.А. Кочеткова, и др. – М.:ДеЛи плюс, 2013. – 702с.:ил.*
3. *Справочник технолога общественного питания /А.И. Мглинец, Г.Н. Ловачева, Л.М. Алешина и др. – М.:Колос, 2000. – 416с.:ил.*
4. *Влияние температуры на изменение влаги при сушке картофеля в ИК вакуумной сушильной установке / Маматов Ш.М. // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. , №5. – С.74-76. - Москва*
5. *Исследование динамики влажности кубиков картофеля в процессе сушки в ленточной сушилке; оценка эффективности сушки, потребления тепла и равномерности сушки / Паньковский Г.А. // 6. Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2006. , №3. – С. 863. – Москва*
6. *Дослідження кінетики комбінованого методу сушіння грибів гливи / І. Ф. Малежик, І. В. Дубковецький, Т. В. Бурлака, Л. В. Стрельченко / Наукові праці ОНАХТ. – 2014. – Вип. 45, Т. 2. – С. 46-50.*
7. *Влияние интенсивности излучения в дальней инфракрасной области и толщины кусочков картофеля на диффузию в них воды в процессе инфракрасной сушки; применение математической модели. / Кузьмина Т.Д. // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2004. , №4. – С. 1439. – Москва*
8. *Effect of mode of drying on microstructure of potato / Lewicki Piotr P., Pawlak Grzegorz // Drying Technol. - 2005. - 23, № 4. - С. 847-869. - Англ.*
9. *Effects of vacuum and microwave freeze drying on microstructure and quality of potato slices / Rui Wang, Min Zhanga, Arun S. Mujumdarb // Journal of Food Engineering. – 2010. - Volume 101, Issue 2. - С. 131–139. – Англ.*

References

1. *Nastol'naya kniga proizvoditelya i pererabotchika plodoovoshchnoy produktsii / Sinkha N.K., KH'yu N.G. - M.: SPb. Professiya, 2013. - 896s.*
2. *Vvedeniye v tekhnologi produktov pitaniya / I.S. Vitol, V.I. Gorbatyuk, E.S. Gorenkov, N.G. Il'yashenko, D.V. Karpenko, A.V. Kovalenok, A.A. Kochetkova, i dr. - M.: DeLi plyus, 2013. - 702s.: Il.*
3. *Spravochnik tekhnologa obshchestvennogo pitaniya /A.Y. Mglinets', G.N. Lovacheva, L.M. Aleshina i dr. - M.: Kolos, 2000. - 416s.: Il.*
4. *Vliyaniye temperatury na izmeneniye vlagi pri sushke kartofelya v IK vakuumnoy sushil'noy ustanovke / Mamatov SH.M. // Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i yestestvennykh nauk. - 2013., №5. - S.74-76. – Moskva*
5. *Issledovaniye dinamiki vlazhnosti kubikov kartofelya v protsesse sushki v lentochnoy sushilke; otsenka effektivnosti sushki, potrebleniya tepla i ravnomernosti sushki / Pan'kovskiy A. // 6. Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyy zhurnal. - 2006., №3. - S. 863. – Moskva*

6. *Doslidzhennya kinetiki kombinovanoho metodu sushinnya hribiv hlyvy / I. F. Malezhyk , I. V. Dubkovetskiy , T. V. Burlaka, L. V. Strelchenko / Naukovi pratsi ONAKHT . - 2014. - Vyp. 45, T. 2. - S. 46-50 .*

7. *Vliyaniye intensivnosti izlucheniya v dal'ney infrakrasnoye oblasti i tolshchiny kusochkov kartofelya na diffuziyu v nikh vody v protsesse infrakrasnoye sushki; primeneniye matematicheskoy modeli. / Kuz'mina T.D. // Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyy zhurnal. - 2004., №4. - S. 1439. - Moskva*

8. *Effect of mode of drying on microstructure of potato / Lewicki Piotr P., Pawlak Grzegorz // Drying Technol. - 2005. - 23, № 4. - C. 847-869. - Англ.*

9. *Effects of vacuum and microwave freeze drying on microstructure and quality of potato slices / Rui Wanga, Min Zhanga, Arun S. Mujumdarb // Journal of Food Engineering. – 2010. - Volume 101, Issue 2. - C. 131–139. – Англ.*

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация: наиболее эффективным методом консервирования пищевых продуктов на сегодня является охлаждение продуктов и полуфабрикатов. Но данный метод не получил широкого распространения из-за короткого срока хранения. В работе приведены результаты исследования процесса обезвоживания картофеля тремя методами: конвективным, инфракрасным излучением и комбинацией этих методов.

Ключевые слова: обезвоживание, картофель, полуфабрикат, комбинированный метод, облучения, энергозатраты, инфракрасная сушка.

NEW TECHNOLOGIES HALF-FINISHED POTATO

Summari: the most effective method of food preservation today is cooling of products and semi-products. But this method has not acquired a significant spread through brief period of conservation. The paper studies the drying of potatoes by three methods: convection, thermal radiational and a combination of these methods.

Keywords: drying, potatoes, semi-product, the combined method of exposure, energy consumption, thermal radiational drying.