

## USE OF VACUUM COOLING IN THE TECHNOLOGY OF BISCUIT SEMI-FINISHED PRODUCTS

E. Kobets, M. Desyk, O. Arpul, V. Dotsenko, V. Telychkun

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Vacuum cooling  
Biscuit  
Physico-chemical  
parameters of quality  
Heat-mass transfer*

---

**Article history:**

Received 05.09.2016  
Received in revised form  
13.09.2016  
Accepted 17.10.2016

---

**Corresponding author:**

E. Kobets  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

---

---

**ABSTRACT**

The article describes an alternative method of cooling biscuit semi-finished products in vacuum conditions. It was determined that cooling duration is substantially reduced and it is no longer necessary to use the maturation of the semifinished product. The change in physico-chemical parameters of quality of the finished product was investigated when using vacuum cooling as compared with a conventional method.

## ВИКОРИСТАННЯ ВАКУУМНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

О.С. Кобець, М.Г. Десик, О.В. Арпуль, В.Ф. Доценко, В.І. Теличкун

*Національний університет харчових технологій*

*У статті розглянуто альтернативний спосіб охолодження бісквітних напівфабрикатів в умовах вакууму. Визначено, що тривалість охолодження напівфабрикату суттєво зменшується, що надає можливість уникнути стадії його вистоювання. Досліджено зміну фізико-хімічних показників якості готового виробу при застосуванні вакуумного охолодження порівняно з традиційним способом.*

**Ключові слова:** *вакуумне охолодження, бісквіт, фізико-хімічні показники якості, тепломасообмін.*

**Постановка проблеми.** Останнім часом виробники продуктів харчування все більшу увагу приділяють оптимізації технологічних процесів, зменшенню витрат енергії, розширенню асортименту продукції, інтенсифікації процесу виробництва та зменшенню тривалості охолодження напівфабрикатів, в тому числі хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів.

Упродовж останніх років стрімкого розвитку набуває вивчення процесів охолодження харчових продуктів, адже до тепер досконально розглядали

лише конвективний спосіб відведення теплоти. Традиційні способи охолодження харчових продуктів конвективним потоком холодного повітря не завжди можуть бути використані, що пов'язано з обмеженням по температурі охолоджуючого середовища, яке повинне мати плюсові значення і не призводити до заморожування продукту. Незначний градієнт температур, характерний для конвективного охолодження, призводить до усихання та нерівномірного розподілу вологи за об'ємом охолоджуваної заготовки [1].

Сучасним та актуальним способом охолодження харчових продуктів є вакуумне охолодження, при якому продукт охолоджується внаслідок адіабатного кипіння вологи і, як наслідок, зниження температури продукту при зниженні тиску. При цьому основними вимогами до продукту є його вологість, за рахунок випаровування якої відбувається охолодження і забезпечується висока вакуум- і паропроникність.

Використання приведеного альтернативного способу охолодження досліджується уже протягом декількох десятиліть. Так, для охолодження плодово-овочевої сировини в Сполучених Штатах у 1950 р. почали використовувати саме цей спосіб, що дозволило вирішити проблему з швидким її псуванням [2]. У 1984 р. А. Томсон (Велика Британія) довів, що використання розрідження для грибів і свіжого салату сприяє продовженню терміну їх зберігання та зменшенню обсіменіння мікроорганізмами [3]. Вакуумне охолодження було успішно використане для охолодження печених і варених продуктів у 1983 р. З. Шеном (Італія), крім того, пізніше його почали використовувати для ковбасних виробів з метою скорочення технологічного процесу приготування [4]. У 1993 р. Д. Еверінгтон (Ізраїль) дослідив, що охолодження італійського пирога цим способом можна провести протягом 4 хв, замість традиційного охолодження повітрям 24 год [5]. У 2001 р. К. Мак-Доналд (Англія) довів, що при охолодженні вирішальну роль відіграє швидкість процесу, та встановив тісний зв'язок якості продукту із швидкістю охолодження. Відомо, що дана величина залежить від умов тепловідводу, форми і розмірів напівфабрикату, а також від теплофізичних характеристик продукту [6]. Сьогодні проводяться дослідження з використання розрідження у технології хліба та хлібобулочних виробів, зокрема компанія Revent International АВ (Данія) популяризує цю технологію та впроваджує вакуумні охолоджувачі у міні-пекарнях, кондитерських, кафе та ресторанах [7].

Аналіз фізичних процесів, що відбуваються при вакуумному охолодженні харчових продуктів, дозволив сформулювати такі припущення:

- бісквітний напівфабрикат після випікання розглядається як капілярно-пористе тіло з пористістю 70...80% і високою паропроникністю;
- в процесі охолодження в умовах розрідження відбувається перерозподіл вологи в об'ємі заготовки;
- фазові переходи «рідина-пара» відбуваються у всьому об'ємі напівфабрикату одночасно;
- фазовий перехід відбувається за відсутності підведення тепла ззовні за рахунок зменшення внутрішньої енергії виробу і, як наслідок, супроводжується зменшенням температури виробу.

Особливості виробництва бісквітних напівфабрикатів в умовах закладів ресторанного господарства та міні-виробництв вивчено недостатньо. Своєчасним і актуальним є розроблення прискореної технології бісквітних напівфабрикатів для підприємств з дискретним режимом виробництва, оскільки дозволити собі тривалий процес традиційного охолодження та вистоювання можуть далеко не всі заклади ресторанного господарства, особливо невеликої потужності.

У процесі термообробки борошняних кондитерських виробів, саме бісквітних напівфабрикатів, відбувається значний ріст тістової заготовки. Збільшення об'єму тіста при випіканні можна пояснити збільшенням розмірів пухирців повітря та інших газів, які потрапили в тісто при збиванні яєчно-цукрової суміші внаслідок їх розширення при нагріванні.

За класичною технологією, з метою забезпечення необхідних структурно-механічних властивостей м'якушки, випечений бісквітний напівфабрикат перед подальшою обробкою спочатку охолоджують 20...30 хв, а потім вистоюють упродовж 6...8 годин. Зміцнення його структури відбувається за рахунок набуття твердості стінок пор під час охолодження та вистоювання. В цей же час відбувається перерозподіл вологи всередині напівфабрикату, що, у свою чергу, призводить до укріплення структури і зниження вологості. Вистоювання бісквітного напівфабрикату запобігає його заминанню під час різання і знижує крихкуватість під час промочування сиропом.

Дослідження проводили зі зразками бісквітних напівфабрикатів, у рецептуру яких входить клітковина пшенична (бісквітний напівфабрикат «Здоров'я») та клітковина яблучна (бісквітний напівфабрикат «Феєрія»). Попередньо встановлено, що вищевказана сировина призводить до погіршення фізико-хімічних показників якості досліджуваних зразків — зменшення їх пористості та питомого об'єму, що пов'язано з високою водопоглинальною здатністю клітковини. Одним із можливих способів нівелювання негативного впливу клітковини на якість досліджуваних бісквітних напівфабрикатів є використання охолодження в умовах розрідження.

З літературних джерел відомо, що процес охолодження в умовах розрідження позитивно впливає на фізико-хімічні й органолептичні показники якості готового виробу, збільшує пористість, питомий об'єм, зменшує витрати часу на вистоювання продукту, подовжує час їх зберігання за рахунок відсутності зараження мікроорганізмами при охолодженні.

**Мета дослідження:** інтенсифікація процесу охолодження бісквітних напівфабрикатів і покращення їх фізико-хімічних та органолептичних показників за допомогою вакуумного охолодження.

Відповідно до поставленої мети сформульовані такі завдання дослідження:

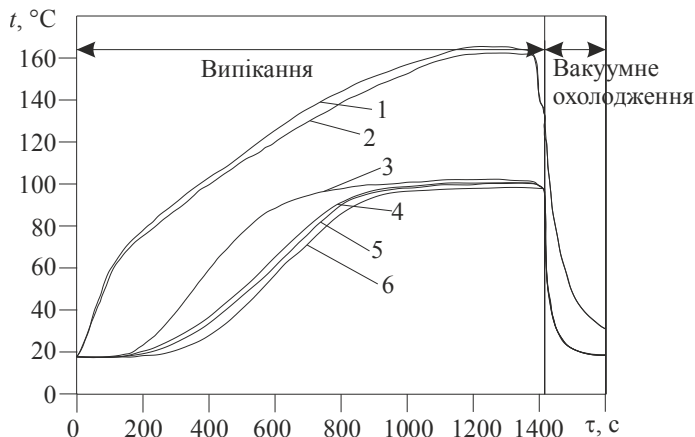
- визначити вплив розрідження на зміну часу охолодження готового виробу;
- дослідити фізико-хімічні показники готового виробу при застосуванні традиційної технології та при вакуумному охолодженні.

**Викладення основних результатів дослідження.** З метою уникнення надмірної втрати вологості напівфабрикатом і переохолодження заготовки, яка залежить від тиску робочого середовища вакуумного охолоджувача, було

обрано тиск 3 кПа, що дозволяє покращити органолептичні та фізико-хімічні показники якості готового виробу й охолодити напівфабрикат до  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Дослідження зміни температури прогрівання бісквітного напівфабрикату у різних площинах здійснювали за допомогою мідь-константних термопар, які розміщували всередині заготовки та закріплювали з метою отримання найбільш точних результатів. Термопари розташовували на спеціальних «поплавках» таким чином, щоб у процесі випікання вони піднімалися з підйомом різних шарів тістової заготовки.

На рис. зображено температурні криві процесів випікання при температурі пекарної камери  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  та вакуумного охолодження бісквітного напівфабрикату при тиску 3 кПа.



**Рис. Температурні криві процесів випікання й охолодження бісквітного напівфабрикату (висота заготовки 44 мм):** 1 — верхня скоринка; 2 — нижня скоринка; 3 — 14 мм від верхньої скоринки; 4 — 20 мм від верхньої скоринки; 5 — 20 мм від нижньої скоринки; 6 — центр заготовки

Температурні криві процесу випікання бісквітного напівфабрикату в умовах радіаційно-конвективного обігріву характерні для колоїдних капілярно-пористих тіл. Температури скоринок у кінці процесу випікання становлять близько  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Центр заготовки прогривається до температури кипіння рідини, яка складає близько  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  на 17 хв.

Процес прогрівання супроводжується рядом фізико-хімічних, мікробіологічних, колоїдних процесів, що призводить до утворення структури бісквіту. Випечені бісквіти завантажувались у вакуум камеру, тиск усередині якої знижено до 3 кПа, внаслідок чого за рахунок випаровування вологи бісквітні вироби охолоджувались до температури  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Температурні криві процесу вакуумного охолодження бісквітних виробів свідчать, що зниження тиску в камері супроводжується випаровуванням вологи з об'єму бісквіту і, як наслідок, його охолодженням. Швидкість цього процесу визначається динамікою зміни тиску в камері розрідження. Для лабораторних умов тривалість періоду вакуумного охолодження бісквітних виробів склала близько 2 хв. Особливістю вакуумного охолодження є те, що

поверхневі шари бісквітного напівфабрикату (термопари 1 та 2) охолоджуються повільніше порівняно з центральними шарами (термопари 3—6). Дане явище пов'язане з розподілом вологи в об'ємі заготовки в кінці випікання, а саме тим, що у скоринці практично відсутня волога, тому в умовах вакууму не відбувається випаровування і, відповідно, не відбирається теплота.

Вагому роль відіграє також зміна фізико-хімічних показників якості бісквітного напівфабрикату, зокрема втрата ним вологості, зміна пористості та крихкуватості. Аналіз цих показників дозволяє зробити висновок про доцільність використання розрідження при охолодженні бісквітних напівфабрикатів. У табл. 1 наведено фізико-хімічні показники якості досліджуваних напівфабрикатів.

*Таблиця 1. Фізико-хімічні показники якості бісквітного напівфабрикату*

Показник	Бісквітний напівфабрикат «Здоров'я»		Бісквітний напівфабрикат «Феєрія»	
	При традиційному способі виробництва	При вакуумному охолодженні	При традиційному способі виробництва	При вакуумному охолодженні
<b>Вологість, %</b>				
Після випікання	28,3	28,3	28,5	28,5
Після 8 год вистоювання	23,8	-	24,3	-
Кінцева	-	23,6	-	24,1
<b>Пористість, %</b>				
Після випікання	72,2	72,2	73,1	73,1
Після 8 год вистоювання	71,5	-	72,3	-
Кінцева	-	74,2	-	74,8
<b>Крихкуватість, %</b>				
Після випікання	3,1	3,1	3,4	3,4
Після 8 год вистоювання	4,3	-	4,8	-
Кінцева	-	4,0	-	4,4

Аналіз табличних даних свідчить про зниження кінцевої вологості порівняно з початковою на 4,7% для бісквітного напівфабрикату «Здоров'я» та на 4,4% для напівфабрикату «Феєрії», яка є нижчою на 0,8...1% порівняно з охолодженням традиційним способом. Зменшення пористості при традиційному методі пов'язано з процесами охолодження й осідання бісквітного напівфабрикату на повітрі при вистоюванні. При охолодженні бісквіту в умовах розрідження значення пористості збільшується на 2,5% та 2,1% відповідно, що пов'язано з випаровуванням вологи виробу і збільшенням об'єму пухирців повітря бісквітного напівфабрикату, що запобігає його осіданню при охолодженні виробу, стабілізуючи структуру. Позитивним ефектом також є зменшення крихкуватості напівфабрикату, що забезпечує утримання форми при нарізанні і, відповідно, збільшує вихід.

### Висновки

Таким чином, використання вакуумного охолодження для бісквітного напівфабрикату дає змогу суттєво (на 8 год) скоротити технологічний процес його приготування. Крім того, цей спосіб охолодження позитивно впливає на фізико-хімічні показники якості готового напівфабрикату, а саме: збільшує пористість виробу на 2...2,5% порівняно з класичною технологією, дозволяє подовжити термін його зберігання завдяки зменшенню крихкуватості на 9...9,3%.

Запропонована технологія охолодження надає можливість розширити асортимент бісквітних напівфабрикатів, у тому числі функціонального призначення, збагачених харчовими волокнами, та забезпечити кінцевому продукту високі органолептичні та необхідні фізико-хімічні показники.

### Література

1. Охлаждение сухарных изделий в условиях разрежения / Н. Десик, А. Щербина, Ю. Теличкун, В. Теличкун // Ангел Кънчев: Научни трудове на русенски университет. — 2013. — Т. 52. — С. 139—142. — (серия 10.2 Биотехнологии и хранителни технологии: г. Разград.)
2. Thompson A.K. Postharvest technology of fruit and vegetables / A.K. Thompson. — London: Blackwell Science. — 1996. — 356 p.
3. Thompson J. Determining product temperature in a vacuum cooler / J. Thompson, T.R. Rumsey // ASAE Paper. — 1984. — # 84. — P. 6543.
4. Shen Z.Y. Prevention of flow distortion of cooling water in hydrojet vacuum cooler / Z.Y. Shen // Food & Fermentation Industries. — 1983. — # 1. — P. 19—21.
5. Everington D. Vacuum technology for food processing / D. Everington // Food Technology International Europe. — 1993. — P. 71—74.
6. McDonald K. The formation of pores and their effects in a cooked beef product on the efficiency of vacuum cooling / K. McDonald, D.-W. Sun // Journal of Food Engineering. — 2001. — # 47. — P. 175—183.
7. Драчева Л.В. Вакуумное охлаждение — инновационная технология / Л.В. Драчева // Кондитерское производство. — 2011. — № 6. — С. 33.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Е.С. Кобец, Н.Г. Десик, О.В. Арпуль, В.Ф. Доценко, В.И. Теличкун  
*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье рассмотрен альтернативный способ охлаждения бисквитных полуфабрикатов в условиях вакуума. Определено, что продолжительность охлаждения полуфабриката существенно уменьшается, что позволяет избежать стадии его расстойки. Исследовано изменение физико-химических показателей качества готового изделия при применении вакуумного охлаждения по сравнению с традиционным способом.*

**Ключевые слова:** вакуумное охлаждение, бисквит, физико-химические показатели качества, теплообмен.