



ISSN 2079-4827

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ  
імені Михайла Туган-Барановського

# ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Тематичний збірник наукових праць



Донецьк - 2011

---



УДК 637.142.2

Сториченко Т.А., канд. техн. наук, Шпачук Л.В. (НУХТ, Київ)

### ВІЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА КОЛЬОРОВОСТІ МОЛОКА ЗГУЩЕНОГО ВАРЕНОГО В ПРОЦЕСІ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ

У статті наведені результати дослідження впливу глюкозно-фруктозних сирупів на процес перебігу реакції Майяра (меланоїдиноутворення). Наведені значення показника кольоровості, визначені під час проведення термічної обробки та в процесі зберігання за різних температур.

**Ключові слова:** молоко згущене термічно оброблене, глюкозно-фруктозні сирупи, вуглеводи, реакція Майяра, меланоїдиноутворення, кольоровість.

У сучасних умовах спостерігається зростання зацікавленості до використання різних видів згущеного вареного (або термічно обробленого) молока. Цей продукт є популярним у різних вікових категоріях населення, його вживають не тільки безпосередньо в їжу, а й часто використовують на підприємствах харчо-

вої промисловості як наповнювач для виробництва морозива, глазурування сирків, різноманітних хлібобулочних і кондитерських виробів: цукерок, тістечок, тортів, кремів тощо.

Виробництво згущеного термічно обробленого молока поділяють на два етапи. На першому етапі виробництва отримують згущене молоко. На другому етапі згущене молоко термічно обробляють. Термічна обробка (варіння) здійснюється такими способами:

1. Теплова обробка в автоклавах-стерилізаторах згущеного молока в закритих банках.
2. Теплова обробка згущеного молока у варильних посудинах.
3. Отриманням згущеного молока та його обробкою в універсальних камерах спеціальних конструкцій.

Традиційне згущене варене молоко виготовляють із цукром, вмістом якого з метою забезпечення консервувального ефекту має бути не менше ніж 43,5%. Однак фахівці доводять, що надмірне вживання цукру причиною до серцево-судинних захворювань, атеросклерозу, ожиріння, карієсу тощо, тому спостерігається тенденція до вживання продуктів зі знизеним вмістом цукру та зростає популярність продуктів із цукрозамінниками. Вагомим альтернативним цукру на сьогодні є глюкозно-фруктозні сиропи (ГФС).

На кафедрі технології молока і молочних продуктів Національного університету харчових технологій розроблено технологію згущеного термічно обробленого (вареного) молока з глюкозно-фруктозними сиропами [1, 2].

До складу ГФС входять такі вуглеводи: глюкоза, фруктоза, мальтоза, мальтогідроза. Відомо, що основним джерелом утворення кольорових речовин насамперед моноцукри, які входять до складу ГФС. Літературні дані свідчать, що залежно від виду вуглеводів кольорова інтенсивність утворення забарвлюючих речовин (меланоїднів) розташовується в такому порядку спадання: глюкоза, арабіноза, фруктоза, глюкоза, мальтоза, лактоза. Інтенсивну меланоїдну реакцію (коричневе забарвлення) дають цукри, що мають вільну карбонільну групу, а саме: кетоза, фруктоза, глюкоза, мальтоза. Саме колір згущеного вареного молока є важливим критерієм якості продукту та витримки температурних параметрів під час його виробництва [3-5].

Мета роботи – визначення показника кольоровості згущеного вареного молока з глюкозно-фруктозними сиропами під час термічної обробки та в процесі зберігання продукту.

Особливістю згущеного вареного молока є коричневий колір продукту, який утворюється в результаті довшої тривалості високотемпературної термічної обробки.

Під час теплової обробки відбуваються фізико-хімічні зміни складових продукту. Основною з таких змін є взаємодія білків молока з вуглеводами (реакція Майяра або меланоїдноутворення), що веде до зміни кольору. Класична схема реакції Майяра показана на рисунку 1 [3; 6].

Слід відзначити, що за цукроамінної реакції утворюються не тільки меланоїди, а й численні леткі речовини різної будови. Саме вони формують смак і смак згущеного вареного молока.

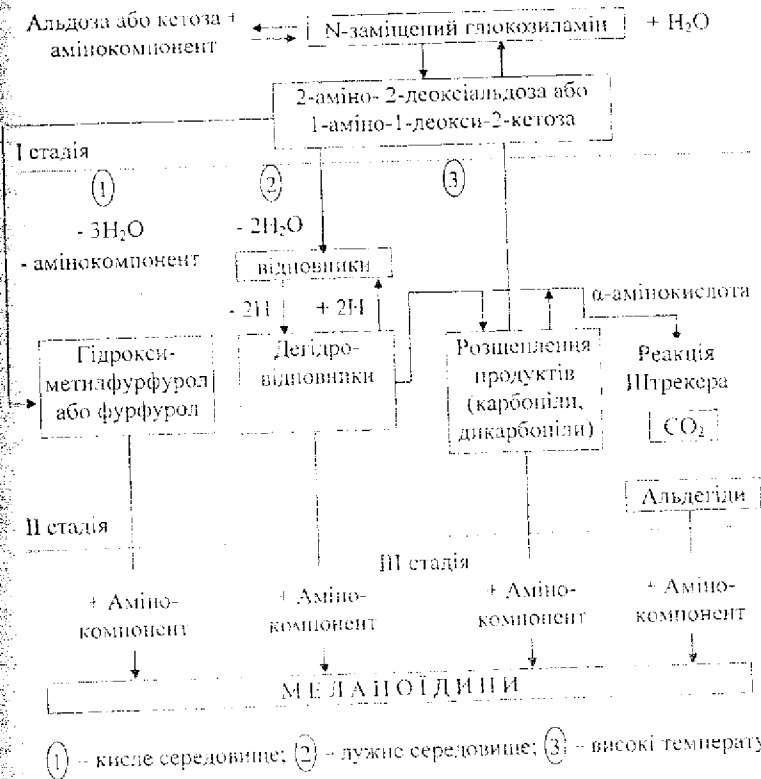


Рисунок 1 – Схема реакції Майяра взаємодії вуглеводів з аміногрупами, які мають NH<sub>2</sub>-групи

- Ці види реакції можна поділити на 3 стадії.
1. Продукти цієї стадії не мають кольору та складаються з двох реакцій: а) карбоніламінна конденсація з утворенням Шиффової основи, а потім N-глюкозиду (органічної сполуки, яка характеризується наявністю групи -HC=N-); б) ізомеризація за умови нагрівання N-глюкозиду шляхом міжмолекулярного перегрупування Амадори за допомогою катіона Шиффової основи з утворенням N-заміщеної 1-аміно-1-деокси-2-кетози.
  2. Продукти на цій стадії без кольору або мають слабо-жовте забарвлення. За високих температур сполуки можуть перетворюватись на фурфурол, якщо вихідним цукром була пентоза, або оксиметилфурфурол, у разі участі в реакції гексози. Деякі продукти розпаду цих сполук відіграють важливу роль у формуванні смакових і ароматичних властивостей.
  3. Характеризується утворенням продуктів з інтенсивним забарвленням.

На цій стадії в основному відбуваються 2 процеси:

а) альдольна конденсація, коли із двох молекул альдегіду утворюється новий альдегід коричневого кольору;

б) альдегідамінна конденсація проміжних продуктів, які утворюються на 1 і 2 стадіях. У результаті полімеризації утворюються також інші складні невисичені гетероциклічні азотисті сполуки, які мають коричневий колір різної інтенсивності.

Для визначення зміни забарвлення продукту були відібрані 4 проби звареного вареного молока з різними вуглеводним складом. Вуглеводною сировиною для згущеного молока були: для проби 1 – чистий цукровий сироп; для проби 2 – 50:50 цукрового сиропу і ГФС-10; для проби 3 – ГФС-30; для проби 4 – ГФС-50.

Показник кольоровості визначали за допомогою фотоелектричного колориметра КФК-3. Суть методу полягає у визначенні оптичної густини спеціально підготовленого фільтрованого розчину згущеного термічно обробленого молока відносно дистильованої води з наступним перерахунком в одиниці кольоровості ICUMSA. Під час термічної обробки кожні 15 хв визначали оптичну густину. На досліджуваних проб кюветках довжиною  $l = 5$  см; довжина хвилі  $\lambda = 440$  нм, що відображено на рисунку 2.

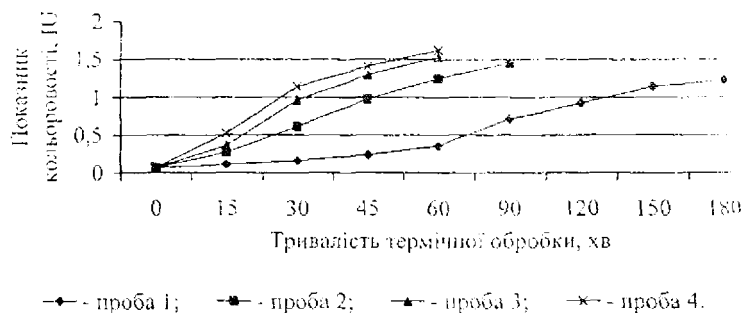


Рисунок 2 – Залежність показника кольоровості згущеного вареного молока від тривалості термічної обробки

Кольоровість ( $K_{21}$ ) в одиницях оптичної густини (або ICUMSA), або міжнародних одиницях IU) обчислюють за формулою:

$$K_{21} = \frac{10^5 D_{440}}{A_{sp} \rho d}$$

де  $D_{440}$  – величина оптичної густини розчину, яку виміряли на приладі;

$A_{sp}$  – масова частка сухих речовин у розчині, %;

$\rho$  – густина розчину, г/см<sup>3</sup>;

$d$  – довжина кюветки, см.

На першому етапі роботи визначали зміну показника кольоровості в процесі термічної обробки.

Термічну обробку досліджуваних проб проводили за температури 100°C до появи коричневого кольору, характерного для молока згущеного вареного. Контрольним зразком була проба 1. Результати досліджень наведені на рисунку 1.

У дослідних пробах згущеного термічно обробленого молока з глюкозо-фруктозним сиропом оптична густина зростає значно інтенсивніше порівняно з контрольною пробою.

Особливо швидко реакція відбувається у пробі з додаванням ГФС-42. Уже через 15 хв показник кольоровості четвертої пробі дорівнює 0,42 IU, тоді як показник кольоровості пробі 1 дорівнює 0,11 IU, що майже на 62% менше від пробі 4.

Через 30 хв термічної обробки показники кольоровості досліджуваних проб становили: проба 1 – 0,16 IU; проба 2 – 0,71 IU; проба 3 – 0,96 IU; проба 4 – 1,04 IU. На 60 хв проба 3 і проба 4 досягли характерного коричневого забарвлення, після чого термічну обробку цих зразків припинили. Показники кольоровості дорівнювали 1,57 і 1,62 у пробах 3 і 4 відповідно. У двох інших пробах колір був не достатньо виражений, тому термічну обробку продовжили. Через 90 хв проба 2 досягла відповідного коричневого забарвлення, а показник кольоровості дорівнював 1,45 IU.

Результати досліджень показали, що контрольна проба набула характерного коричневого забарвлення тільки після 180 хв термічної обробки, показник кольоровості дорівнював 1,23 IU.

Виходячи з наведених експериментальних даних можна стверджувати, що заміна сахарози на глюкозо-фруктозні сиропи у згущеному вареному молоці сприяє швидкому утворенню забарвлюючих речовин і скороченню термічної обробки на 90-120 хв. Це пояснюється тим, що ГФС містять у своєму складі моноцукри (фруктозу і глюкозу), які мають вищу здатність до утворення забарвлюючих речовин порівняно із сахарозою.

Слід ураховувати, що в технології молока згущеного вареного реакція меланоїдиноутворення відбувається не тільки в період проведення термічної обробки, а й продовжується в процесі зберігання.

На інтенсивність потемніння згущеного вареного молока впливає також температура зберігання [6]. Тому другим етапом роботи було дослідження зміни показників кольоровості готового продукту в процесі зберігання за різних температур.

На рисунку 3 показано зміну показника кольоровості згущеного термічно обробленого молока в процесі зберігання. Дослідні проби зберігали за температури 5°C протягом 18 місяців.

Із рисунка 3 бачимо, що показник кольоровості в усіх пробах збільшується в процесі зберігання. Через 12 місяців показники збільшились: проба 1 – 0,88; проба 2 – 1,08; проба 3 – 1,03; проба 4 – 1,68. Інтенсивність перебігу реакції помітна у проміжку між 6 і 12 місяцями зберігання. Дані свідчать, що у процесі зберігання найменший вплив на процес меланоїдиноутворення має цукрозний сироп.