

УДК 641/642

Ощипок І. М.,

him1960@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5427-3376,

*Researcher ID: F-4641-2019, д.т.н., проф., професор кафедри харчових технологій,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

Назар М. І.,

nazar-mariana@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4518-6115,

*к.т.н., доцент кафедри харчових технологій,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

АНАЛІЗ ПІНОУТВОРЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Анотація. У статті розглянуто широке використання яєць у харчовому виробництві, яке обумовлене не тільки їх високою поживною цінністю та відмінними смаковими властивостями, а й технологічними властивостями, здатністю утворювати піну при збиванні, емульгувати жири, високою в'язкістю. Стверджується, що холестерин більше не є такою важливою проблемою, яка хвилювала колись, доведено, що холестерин їжі засвоюється дуже мало та не призводить до холестеринемії у здорових людей. Навіть обмежувальні рекомендації американських кардіологів також дозволяють одне яйце на день, за умови, що інші щоденні джерела холестерину обмежені. Розглянуто питання виготовлення збивних кондитерських виробів на основі застосування білкових піноутворюючих речовин. У тому числі найбільшого поширення набуває білок курячих яєць. Вивчено піноутворюючі властивості сировини, використаної для утворення піни в кондитерському та інших харчових виробництвах. Показано важливі питання технологічних умов застосування добавок різної природи до процесу піноутворення. Детально охарактеризовано будову і хімічний склад курячих яєць. Проаналізовано піноутворюючу здатність яєчних білків, яка може значно змінюватися в залежності від різних факторів, насамперед від властивостей сировини. Вона сильно знижується, якщо до білка домішані жири (з жовтком) або інші піногасники, тобто речовини з вищою поверхневою активністю. Присутність солей лужноземельних металів (кальцію, магнію) знижує дію піноутворювачів, тому білок вапняних яєць має знижену піноутворювальну здатність. Надано оцінку піноутворювачів для виробництва різних кондитерських виробів. На піноутворювальну здатність яєчних білків в умовах виробництва збивних кондитерських мас великий вплив мають сировинні компоненти - цукор, яблучне пюре, патока, агар (та інші речовини, що желюють) та інші добавки. Поєднання піноподібної структури зі студнеподібною є складним процесом, під час проведення якого слід враховувати всі особливості цих структуроутворювачів. Додавання еламіну та/або стевіозиду під час піноутворюючої здатності яєць допомагає зменшенню найбільш ймовірного та середнього діаметра бульбашок в отримуваних пінах, що є позитивною функціонально-технологічною властивістю піни.

Ключові слова: яйця, піноутворююча здатність, білок, кондитерські вироби.

Oschypok I. M.,

him1960@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5427-3376, Researcher ID: F-4641-2019, Doctor of Engineering,

Professor, Professor of the Department of Food Technologies, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Nazar M. I.,

nazar-mariana@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4518-6115

*Ph.D., Associate Professor of the Department of Food Technologies,
Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

ANALYSIS OF THE FOAMING CAPACITY OF FOOSTUFFS FOR CONFECTIONERY PRODUCTS

Abstract. The article discusses the wide use of eggs in food production, which is due not only to their high nutritional value and excellent taste properties, but also to their technological properties, the ability to form

foam when whipped, emulsify fats and high viscosity. Cholesterol is said to no longer be the major problem it once was, dietary cholesterol has been shown to be absorbed very little and does not cause cholesterolemia in healthy people. Even the restrictive recommendations of American cardiologists also allow one egg per day, provided that other daily sources of cholesterol are limited. Considered the issue of the production of whipped confectionery based on the use of protein foaming substances. Among them, the protein of chicken eggs is becoming the most widespread. The foam-forming properties of raw materials used for foam formation in confectionery and other food industries were studied. The important issues of the technological conditions of the application of additives of various nature to the foaming process are shown. The structure and chemical composition of chicken eggs are characterized in detail. The foaming ability of egg whites, which can vary significantly depending on various factors, primarily on the properties of the raw materials, was analyzed. It is greatly reduced if fats (with yolk) or other defoamers, i.e. substances with higher surface activity, are mixed with the protein. The presence of salts of alkaline earth metals (calcium, magnesium) reduces the effect of foaming agents, so the protein of lime eggs has a reduced foaming ability. An assessment of foaming agents for the production of various confectionery products is given. The foaming ability of egg whites in the conditions of production of whipped confectionery masses is greatly influenced by raw materials - sugar, applesauce, molasses, agar (and other gelling substances) and other additives. The combination of a foam-like structure with a gel-like structure is a complex process, during which all the features of these structure-formers should be taken into account. Addition of elamin and/or stevioside during the foaming ability of eggs helps to reduce the most likely and average diameter of bubbles in the obtained foams, which is a positive functional and technological property of the foam.

Key words: eggs, foaming ability, protein, confectionery.

JEL Classification: L66, O14

DOI: 10.32782/2522-1221-2024-38-03

Постановка проблеми. Задоволення всезростаючих вимог суспільства до здорового способу життя вимагає нових екологічно чистих технологій, що максимально зберігають натуральні компоненти та смакові властивості продуктів.

Здоров'я людини залежить від правильного харчування. Гармонійний розвиток організму можливий лише тоді, коли він забезпечений необхідними нутрієнтами. Раціональне харчування сприяє підвищенню працездатності людини і забезпечує її довголіття та захищає від недуг. Для забезпечення правильного харчування потрібно, щоб в організм надходили необхідні поживні речовини, що легко перетравлюються і збуджують апетит. Необхідно систематично змінювати характер харчування, скорочуючи або, навпаки, збільшуючи кількість нутрієнтів, які потрібні організму: вуглеводи, білки, жири, вітаміни та мінеральні речовини. Якщо погіршувати рівень якості продуктів або режиму харчування, організм обов'язково дасть відповідну реакцію. Це може проявитися у вигляді різних хворобливих реакцій у роботі нервової або судинної, травної чи ендокринної систем і призвести до виснаження або ожиріння.

Кондитерська продукція поряд із такими напівфабрикатами, як рослинні та тваринні жири, є висококалорійним продуктом. Крім того, калорійність кондитерських виробів значно пере-

вищує калорійність багатьох інших харчових продуктів. Серед борошняної кондитерської продукції вагоме місце займають продукти з бісквітного тіста. Важливими є споживчі властивості продуктів, широкий спектр використання яких визначається характером постійного попиту на них громадян. Бісквіт, як і всі кондитерські продукти, відрізняється високою харчовою цінністю завдяки вмісту цукру, жирів та білків. Вони є суттєвим джерелом низькомолекулярних, легкозасвоюваних вуглеводів, які за надмірного надходження в організм перетворюються в жир.

Здоров'я означає стан фізичного та психічного добробуту, що породжується станом людини і забезпечує ідеальну функціональність організму. ВООЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я) відзначає: під станом здоров'я розуміється не лише «відсутність хвороби як такої», а скоріше стан самопочуття, який дозволяє людині вести повноцінне і продуктивне життя.

Яйця є одним із основних продуктів харчування. Світовий обсяг виробництва курячих яєць за останні 30 років зріс більш ніж у 3 рази: з 19,5 до 62 тис. тонн на рік. Лідерами з виробництва яєць (як в абсолютних величинах, так і за темпами зростання їх виробництва) є Японія, Франція, Італія.

Яйця – це продукт, що можна вживати у свіжому вигляді протягом 25 днів після знесення,

вони вельми корисні для здоров'я людини з гарантованою безпечністю, але при цьому повинні зберігатися в недоторканності багаті біохімічні властивості, які складаються з поживних речовин і вітамінів.

Широке використання яєць у харчовому виробництві обумовлено не тільки їх високою поживною цінністю та відмінними смаковими властивостями, а й технологічними властивостями, здатністю утворювати піну при збиванні, емульгувати жири, високою в'язкістю. Додавання яєць у тісто сприяє утворенню та зберіганню під час перемішування, формування та випікання виробів повітряних бульбашок, що забезпечують підйом тіста. Яйця сприяють одержанню об'ємних продуктів із ніжною консистенцією, еластичних та пружних, які після стиснення повністю відновлюють попередню форму, що особливо цінується споживачами.

Холестерин більше не є тією проблемою, яка колись хвилювала. Сьогодні доведено, що холестерин їжі засвоюється дуже мало та не призводить до холестеринемії у здорових людей. Навіть обмежувальні рекомендації американських кардіологів також дозволяють одне яйце на день, за умови, що інші щоденні джерела холестерину обмежені.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [3] було запропоновано зниження калорійності бісквіта за рахунок використання природного підсолоджувача неуглеводної природи – стевіозиду, та збагачення цього виробу йодом за рахунок використання еламіну – екстракту з морської капусти. Еламін задовольняє потребу організму в йоді, що призводить до нормалізації роботи центральної нервової системи, посилення розумових і фізичних можливостей, поліпшення асиміляції білка, засвоєння фосфору, кальцію і заліза, а також активує ряд ферментів, ліквідує вітамінно-мінеральну недостатність; покращує травлення й обмінні процеси в організмі; нормалізує діяльність центральної нервової, серцево-судинної та дихальних систем; зміцнює імунну систему.

Споживання яєць мінімально впливає на рівень холестерину в крові у порівнянні з дією особливо насичених жирів. Ризики хвороб серця можуть бути більш тісно пов'язані з продуктами, що супроводжують яйця, такими як у традиційному сніданку (бекон, сосиски, шинка, насичені олії з трансжирами, що використовуються для смаження яєць тощо). Люди з відмінним здоров'ям можуть з'їдати до семи яєць на тиждень без під-

вищеного ризику серцево-судинних захворювань. Деякі дослідження показують: такий рівень споживання яєць може фактично запобігти деяким видам інсульту. Дані припускають, що це споживання сприяє доступності холіну в плазмі, тоді як дієтичний холестерин регулює ендогенний синтез холестерину, не впливаючи на ризик серцево-судинних захворювань у молодих та здорових людей (Лемос Б., 2019).

У яйцях є всі необхідні складові для збереження здоров'я. Всі білки мають різну біологічну цінність (БЦ), яка залежить виключно від вмісту незамінних амінокислот, що не можуть безпосередньо синтезуватися організмом. БЦ білка визначається у грамах білка, який засвоюється організмом на 100 г спожитого білка. БЦ компонентів жовтка становить 97 % загалом від яйця – 93,7 % (Кінгорі, 2012). Яйця – практично ідеальний продукт харчування, вони доступні, їх легко готувати, вони зручні і багаті білком, антиоксидантами та мінеральними солями. Досліджувався вплив включення різних типів пептидів на піноутворювальні властивості порошку яєчного білка [6].

Яйця містять всі необхідні інгредієнти для росту організму, чим підтверджується значна їх поживність. Вони є чудовою їжею для всіх, оскільки містять холін та метіонін амінокислоти, необхідні для обміну ліпідів та утворення фосфоліпідів (Спаркс НХК; 2005). Тут наявна певна кількість каротиноїдів, таких як лютеїн та зеаксантин, у жовтку міститься вітамін, важливий для зору та захисту очей. Щоб захистити себе від занадто яскравого світла, око використовує природні системи захисту, такі як моргання повік, зміна розміру зіниці, екрануючої функції кришталіка і, перш за все, пігменти очей сітківки лютеїн і зеаксантин, що фільтрують світло для захисту нервових клітин від фототоксичного пошкодження (викликаного світлом). Шкідливий вплив світлової енергії залежить від довжини хвилі і, отже, від енергетичної дії; коротші хвилі, близькі до ультрафіолету, є найбільш шкідливими. Лютеїн і зеаксантин – основні каротиноїди, що містяться в центральній області сітківки, так звана макула відповідає за чітке бачення. Значний вклад у дослідженні піноутворюючої здатності яєць зроблено в роботах [7-10].

Стресові умови, в яких вирощують курей, впливають на склад яєць; наявність поліненасичених жирів, зменшення кількості білків, зміну балансу між білковими компонентами та збільшення вмісту води в яєчному білку, зниження

вмісту вітамінів та мінеральних солей. У таких яйцях можуть міститися залишки лікувальних препаратів, наявних у кормах, таких як сульфаміламіди та антибіотики, а також промислові пестициди. Проте за такого виробництва, якщо залишити осторонь правила, спостерігається спад продажів близько 19 % на рік, причому необхідно буде вказувати на етикетці складники яєць, а для яєчних продуктів назву та адресу виробника, чого сьогодні немає.

Вітамін В₁₂, або ціанокобаламін, входить до складу так званих водорозчинних вітамінів, тих, які не можуть накопичуватися в організмі, але їх необхідно регулярно поповнювати через харчування. В₁₂ термостабільний і бере участь у метаболізмі амінокислот. Нуклеїнові кислоти, такі як фолієва кислота, сприяють синтезу ДНК та РНК. Вони виконують важливу роль, сприяючи основній функції утворення червоних кров'яних тілець і формування кісткового мозку.

Постановка завдання. Для виготовлення збивних кондитерських виробів, як правило, застосовують білкові піноутворюючі речовини. У тому числі найбільшого поширення набуває білок курячих яєць. Білок водоплавних птахів як піноутворювач застосовувати не дозволяється, щоб не допускати зараження кондитерських виробів хвороботворними мікробами, які можуть потрапити з водою.

Вивчення піноутворюючих властивостей сировини, використовуваної для утворення піни в кондитерському та інших харчових виробництвах, є актуальним завданням сьогодення. Важливим питанням залишаються технологічні умови застосування додатків різної природи до процесу піноутворення. Важливе значення для піноутворення мають особливості структуроутворювачів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Колір яєчної шкаралупи не має значення з огляду на склад яєць. Однак колір жовтка вказує на тип годування курей, а також його можна використати як параметр визначення стану здоров'я птиці. Якщо забарвлення інтенсивне, перед нами здорові та правильно вгодовані тварини; якщо колір тьмянний, яйця походять від хворої або виснаженої птиці. Пігменти, що забарвлюють жовток, називаються ксантофілами та виконують важливу антиоксидантну функцію.

Оскільки тварини не можуть синтезувати каротиноїди, ці речовини надходять із кормом і визначають колір жовтка. Наприклад, кукурудза включає лютеїн і зеаксантин, які надають жов-

тий колір, трава містить ксантофіли, особливо люцерна, що часто використовується як корм із хорошою здатністю пігментування. Свіжість яєць можна визначати органолептично або вимірюванням, чим більша ширина жовтка і менша висота, тим свіжіше яйце. Жовток включає приблизно 16 % білка та 32 % ліпідів. Ліпідна фракція складається з 66 % тригліцеридів, 28 % фосфоліпідів та 5 % холестерину. Фосфоліпиди, що містяться у найбільшій кількості, є фосфатидилхоліном (приблизно вміст 73 %), потім ідуть фосфатидилетаноламін 15 %, лізофосфатидилхолін 6 %, сфінгомієлін 2,5 % плазмалогени 1 % і інші. У жовтку міститься в основному вителлін. Причому єдиним, не пов'язаним із ліпідами, є фосвітин, який є фосфопротеїном, що містить близько 10 % фосфору. У табл. 1 наведемо хімічний склад середнього курячого яйця.

Таблиця 1

Хімічний склад середнього курячого яйця

Поживна речовина	Ціле яйце	Яєчний білок	Жовток
Енергетична цінність(калорії)	72	17	55
Білок (г)	6,3	3,6	2,7
Вуглеводи (г)	0,36	0,24	0,61
Загальний жир (г)	4,8	0,06	4,5
Насичені жири (г)	1,6	0	1,6
Мононенасичені жири (г)	1,8	0	2
Поліненасичені жири (г)	1	0	0,75
Холестерин (мг)	185	0	184
Холін (мг)	126	0,4	116
Вітамін В12 (мкг)	0,45	0,03	0,33
Фолієва кислота (мкг)	24	1	25
Вітамін D (МО)	41	0	38
Вітамін Е (мг)	0,5	0	0,44
Селен (мкг)	15,4	6,6	9,5
Фосфор (мг)	96	5	66
Залізо (мг)	0,88	0,03	0,46
Цинк (мг)	0,65	0,01	0,39
Кальцій (мг)	28	2	22
натрій (мг)	71	55	8
Калій (мг)	69	54	19
магній (мг)	6	4	1

Головною складовою протеїнів білка курячих яєць є овальбумін (близько 50 %). Крім того, до складу протеїнів білка входять: овоуцин, кональбумін, овоукомід, овоглобулін. Вважають, що ці протеїни беруть участь у ціноутворенні.

У виробництві застосовують білок, як свіжий, так і заморожений або висушений. У цукеркові

збивні маси, залежно від сорту виробів, вводять його від 1 до 5% (тобто 0,15-0,8% сухих речовин білка).

Піноутворююча здатність яєчних білків може значно змінюватися в залежності від різних факторів, насамперед від властивостей сировини. Вона сильно знижується, якщо до білка домішані жири (з жовтком) або інші піногасники, тобто речовини з вищою поверхневою активністю.

Присутність солей лужноземельних металів (кальцію, магнію) знижує дію піноутворювачів, тому білок вапняних яєць має знижену піноутворювальну здатність.

У нашій країні та в ряді західноєвропейських країн сухий яєчний білок виробляється у вигляді порошку білого кольору. Зокрема, у Китаї це сухий яєчний білок, що має вигляд склоподібної крихти жовтого кольору. З метою підвищення піноутворюючої здатності такий білок до сушіння піддається ферментативному гідролізу.

На базі молочного білка розроблено нові піноутворювачі. Їх одержують із гідролізатів молочного білка, у них містяться залишковий казеїн, проміжні продукти розпаду, розчинний білковий азот та небілковий азот (тобто азот дрібних пептидних молекул амінокислот).

У Голландії виробляють піноутворювачі, що також є продуктами гідролізу казеїну, в окремих видах із додаваннями (глутеніна, карбоксиметилцелюлози – КМЦ тощо), які випускаються під загальною назвою «Хайфоама».

Всі піноутворювачі, виготовлені на основі молочного білка, досить добре утворюють піну в нейтральних і слабкокислих середовищах, але при низьких рН, тобто в сильнокислих середовищах, їх піноутворююча здатність різко знижується. Тому вони застосовуються лише при виготовленні деяких сортів збивних цукеркових мас і невідкислюваних збивних мас для багатошарового жележного мармеладу. При виготовленні пастильних мас, що мають рН 3,2-3,8, вони поки що не знаходять широкого застосування.

Як піноутворювачі для виробництва різних кондитерських виробів були запропоновані білки сої, кров'яний альбумін, екстракт цукрових буряків, білок (із тріски), гліцеризин (із солодкового кореня). Однак ці піноутворювачі ще не знайшли застосування у кондитерському виробництві [1, 2].

Показники якості піноподібних структур характеризуються об'ємною концентрацією дисперсної фази, структурно-механічними особливостями піни, стійкістю піноподібної структури та деякими іншими показниками.

Однак для різних типів кондитерських виробів із піноподібною структурою не всі перераховані вище показники повинні мати однаково оптимальні характеристики. Обов'язково у всіх випадках має бути більша стійкість піноподібної структури, тоді як об'ємна концентрація дисперсної фази і дисперсність можуть бути певною мірою специфічними для різних видів виробів.

Дисперсність піноподібної структури залежить не тільки від концентрації піноутворювача, а й від його природи і додатків. Так, наприклад, пастильна маса, збита з яєчним білком, мала середній розмір повітряних бульбашок 15-25 мкм. У тієї ж маси, збитої в тих самих умовах, але з молочним гідролізатом, розмір бульбашок дорівнював 30-40 мкм. При підвищенні концентрації піноутворювача маса набуває більш високої дисперсності, структурно-механічні властивості її змінюються у напрямку зменшення плинності та збільшення граничного критичного напруження зсуву. Чим вища концентрація піноутворювача і менша в'язкість розчину, тим краще піноутворення, менша щільність піноподібної маси. Наприклад, зі збільшенням концентрації піноутворювача від 1 до 3,75 % (при концентрації цукру 75 %) вміст повітря в збитій масі за однакових умов збивання підвищується від 34 до 59 %, щільність маси зменшується з 905 до 580 кг/м³. Середній радіус бульбашок повітря зменшується з 120 до 25-35 мкм.

На рис. 1 наведені функції розподілу бульбашок піни за діаметрами для досліджуваних зразків із додатками еламіну і стевіозиду.

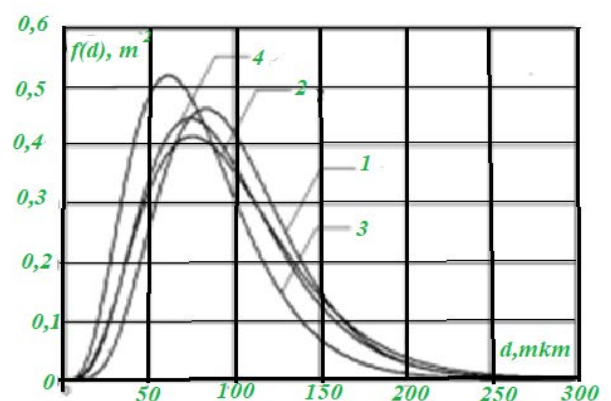


Рис. 1. Функції розподілу бульбашок піни за діаметрами для зразків: 1 – яйце; 2 – яйце + еламін (концентрація еламіну – 1,5%); 3 – яйце + стевіозид (концентрація стевіозиду – 0,3%); 4 – яйце + еламін (концентрація еламіну – 1,5 %) + стевіозид (концентрація стевіозиду – 0,3 %)

З наведених графіків можна розрахувати ширину кожної з ліній на напіввисоті. Значення ширини ліній на напіввисоті наведені в табл. 2 [3].

Таблиця 2

Значення ширини ліній на напіввисоті

Зразок	Ширина лінії на напіввисоті, мкм
Яйце	97±4
Яйце + еламін (концентрація еламіну – 1,5%)	90±4
Яйце + стевіозид (концентрація стевіозиду – 0,3%)	78±4
Яйце + еламін (еламіну – 1,5%) + стевіозид (концентрація стевіозиду – 0,3%)	85±4

Ширина лінії характеризує дисперсність піни: чим менша ширина лінії, тим ближча піна до монодисперсної, чим більша – до полідисперсної. Найближчим до монодисперсної піни є зразок піни з найменшою шириною на напіввисоті функції розподілу бульбашок за діаметрами, тобто зразок з яйця з додаванням стевіозиду (концентрація стевіозиду – 0,3 %) (крива 3), наступним є зразок із яйця з додаванням еламіну (концентрація еламіну – 1,5 %) та стевіозиду (концентрація стевіозиду – 0,3 %), останнім – зразок із яйця з додаванням еламіну (концентрація еламіну – 1,5%). Піна, отримана з яйця, має найбільш віддалену від монодисперсної структуру, оскільки ширина функції розподілу бульбашок за діаметрами на напіввисоті найбільша серед досліджуваних зразків.

На піноутворювальну здатність яєчних білків в умовах виробництва збивних кондитерських мас великий вплив мають сировинні компоненти – цукор, яблучне пюре, патока, агар (та інші речовини, що желюють) та інші додатки.

Додавання цукру в кондитерську піноподібну масу підвищує її в'язкість і завдяки цьому стабілізує її, підвищує її стійкість, уповільнює руйнування. Однак дуже високий вміст цукру в піноподібній масі призводить до значного збільшення в'язкості, що ускладнює піноутворення.

Вміст цукру в пастильних масах (до змішування з клейовим сиропом) коливається від 46 до 56 % і залежить від желуючої здатності та вмісту сухих речовин яблучного пюре і від вироблюваного сорту продукції.

Пастильні маси є монодисперсними. Середній радіус повітряних бульбашок зазвичай коливається від 15 до 25 мкм. При зменшенні кількості цукру полідисперсність зростає. При збільшенні

концентрації цукру до 65-75 % розміри повітряних бульбашок зменшуються, маса наближається до монодисперсної. Середній радіус повітряних бульбашок досягає 8 мкм, при цьому підвищуються в'язкість та щільність маси.

Яблучне пюре позитивно впливає на процеси утворення і стійкість піноподібних кондитерських мас. Основне значення при цьому має здатність пюре до желювання. Пектинові речовини яблучного пюре адсорбуються на плівках повітряних бульбашок піноподібної маси та сприяють збільшенню міцності піни. Додавання яблучного пюре в масу, яка збивається, мало впливає на дисперсність, але залежно від желуючої здатності пюре і його кількості в'язкість маси зростає в 1,5-2 рази.

Патока включається в збивні сорти кондитерських виробів як антикристалізатор – для запобігання зацукровуванню виробів. При виготовленні пастильних виробів патоку вводять у кількості 10-15 % (зазвичай із клейовим сиропом). При збиванні мас із невеликою кількістю патоки полідисперсність мас зберігається, але при збільшенні кількості патоки до 20 % маси наближаються до монодисперсних. Введення патоки викликає підвищення в'язкості в залежності від кількості патоки в 1,5 рази та більше.

Як уже вказувалося, для отримання стійких піноподібних структур у маси, що збиваються, вводяться студнеутворювачі (агар, пектин, агароїд, желатин тощо). У пастильні маси студнеутворювачі зазвичай включають у вигляді гарячих цукрово-паточних сиропів, що містять близько 1,6 % агару. Для різаної пастили сироп уварюється до сухих речовин 78-79 % і вводиться в кількості 40 % до збитої маси, а для відливної пастили, тобто зефіру, уварюється сироп до 84-85% сухих речовин і вводиться в кількості 64 %. У результаті в зефірі міститься в 1,5 рази більше студнеутворювача, ніж у різаній пастилі (тому пастильна маса легко розливається, а зефірна маса зберігає надану їй при виливку форму).

При будь-якій зміні застосовуваного для стабілізації піноподібної структури студнеутворювача (як виду, так і концентрації) необхідно змінювати температурні режими і особливо на ділянках, де ці маси піддаються механічному впливу. Температура не повинна бути нижчою від бажаної температури застосовуваного студнеутворювача (при тій самій концентрації його і цукру), щоб уникнути механічного руйнування студневого каркасу. Температура не повинна бути і надто високою за температуру студнеутворення,

оскільки переважна більшість студнеутворювачів у кислих середовищах схильна до гідролітичного розщеплення.

Поєднання піноподібної структури зі студнеподібною є складним процесом, під час проведення якого слід враховувати всі особливості цих структуроутворювачів.

На якість збивних мас істотно впливає тривалість збивання. При недостатньому часі збивання маса виявляється грубодисперсною, недостатньо пухкою. Зі збільшенням часу збивання обсяг піни збільшується, вона стає більш дрібнодисперсною та стійкішою. Проте тривалість збивання має оптимальні межі. Занадто тривале збивання призводить до зменшення обсягу піни, плівки піноподібної структури стають більш тонкими та менш міцними, стійкість зменшується, якість знижується. Тривалість збивання для отримання необхідної якості змінюється в залежності від способу збивання, обладнання, що застосовується, швидкості обертання і конфігурації лопаей, температури сировини і приміщення. Тому в кожному окремому випадку на підприємствах тривалість збивання спеціально встановлюється та періодично уточнюється.

Важливе значення мають температурні параметри. У разі збивання яєчного білка з цукром (без пюре) об'єм піни та її стабільність збільшуються з підвищенням температури. Оптимальні температурні умови - близько 50-60°C. З підвищенням температури зменшується в'язкість рідкої фази, що сприяє отриманню рясної піни. Однак піна, яка утворилася за цих умов, легко коалесценує. Крім того, при підвищенні температури виникає можливість коагуляції білка, що призводить до руйнування піни.

Необхідна тривалість збивання пастильної маси залежить від її в'язкості, яку можна регулювати, при тому самому складі маси, змінюючи температуру. При підвищенні температури в межах від 40 до 50°C тривалість процесу збивання зменшується внаслідок зниження в'язкості, проте подальше збільшення температури до 65°C не зменшує тривалості збивання. При температурі вище 65°C доводиться збільшувати тривалість збивання, це, мабуть, пояснюється денатурацією білка, що починається. Щільність готової маси незначно (на 0,01-0,02) підвищується зі збільшенням температури з 40 до 50-60°C, а потім при температурі близько 70-75°C знову знижується. Дисперсність піни більша у разі збивання при менш високих температурах, а підвищення температури викликає утворення більших за роз-

міром бульбашок повітря, структура виробів стає менш міцною.

Підвищення температури в процесі збивання яблучно-цукрової суміші при виготовленні пастильної та зефірної маси призводить до погіршення якості готових виробів внаслідок механічного руйнування пектино-цукрових драглив, які передчасно утворюються (через підвищення температури). Зазвичай збивання ведеться за кімнатної температури. Лише при збиванні зефіру під тиском в агрегаті безперервної дії внаслідок того, що збивання здійснюється надзвичайно швидко, маса, яка збивається, має температуру 50-52°C.

Маса для пастили виготовляється збиванням суміші фруктових-ягідного пюре з цукром та яєчним білком. До збитого додаються для стабілізації піноподібні структури: гарячий цукрово-агаро-патоковий сироп або мармеладна маса. Після цього до маси включають есенції, барвники, кислоту, а також залежно від сорту виробів інші смакові речовини. Маса, до якої додають агаровий сироп, є клейовою, а у випадках додавання мармеладної маси – заварною. Пастильна маса, що не заливається гарячим сиропом із піноподібною структурою, яка не осідає (не коалесценує), внаслідок застосування швидко желуючого агента, зазвичай яблучного пюре, є безклеєвою.

Більовська пастила виготовляється збиванням із яєчним білком суміші яблучного пюре з високою здатністю до желювання, приготовленого з печених яблук, із цукром без агару, тобто вона є також безклеєвою. Заварна, безклеєва та більовська пастили виробляються у незначній кількості.

Велике значення має надлишковий тиск, який застосовується останнім часом при збиванні зефірної маси безперервним способом. Дрібнодисперсну і міцнішу структуру мають зефірна маса і зефір, приготвлені при надлишковому тиску близько 300 кПа.

Маса для зефіру відрізняється від пастильної маси тим, що в рецептурі зефірної маси міститься менше яблучного пюре і більше агару. Цукрово-агаро-патоковий сироп уварюється до більшого вмісту сухих речовин (до 84-85 %, тоді як для пастильної маси до 78-79 %). Майже в 3 рази більше вноситься білка, більш тривале збивання – до меншої щільності. Маса зефіру має значно більшу в'язкість і одночасно пухкість, при формуванні («відсаджуванні» – видавлюванні з металевих наконечників) зберігає надану форму, не розтікається (тому зефір можна називати відливною пастилою).

Технохімічному контролю піддаються основна сировина та напівфабрикати за стадіями виробництва: клейові сиропи, збивні пастильні (цукеркові) маси. Особлива увага приділяється контролю желувальної та піноутворюючої сировини, а також фізико-механічним структурним показникам напівфабрикатів.

Під час виробництва кондитерських виробів значна увага приділяється контролю сировини, що здійснюється цеховою лабораторією додатково до аналізів сировини, які проводяться відповідно до вимог ДСТУ центральною лабораторією підприємства.

Цукор-пісок, патока, фруктовоягідні пюре та агар перевіряються аналогічно тому, як це викладено у розділі контролю виробництва мармеладних виробів. Білок контролюється збиванням (струшуванням) його у воді, невідкисленій та відкисленій, у циліндрі Мора та подальшим визначенням висоти та об'єму піни відразу і після 15-хвилинного вистоювання. Наважка білка береться з урахуванням фактичного вмісту сухих речовин.

У готових клейових сиропях встановлюється вміст сухих речовин (рефрактометр) і редуруючих речовин (прийнятим на підприємстві методом визначення цукрів). В окремих випадках желююча здатність визначається шляхом розведення готового гарячого цукрово-агарового сиропу водою до вмісту сухих речовин 70 %, розливу його в металеві бюкси і термостатування при 20 °С протягом 1 год., а потім вимірювання міцності приладом Валента або граничного напруження зсуву конічним пластометром чи пенетрометром. Міцність драглів по приладу Валента повинна бути не нижча 140-150.

У збитих масах визначається відносна густина. Визначення густини маси проводиться як перед заливкою сиропу, так і після змішування збитої маси з клейовим сиропом.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Вживання яєць разом із іншими продуктами допомагає засвоїти більше вітамінів. Дослідженнями встановлено, що додавання яєць у салат або овочі підвищує засвоєння вітамінів D і E, лікопіну, каротину, альфа-каротину, лютеїну та зеаксантину.

Білки є будівельним матеріалом органів і всього організму, тому необхідно вживати високоякісний білок при кожному прийомі їжі. Це сприятиме покращенню здоров'я в різний спосіб: від втрати ваги та жиру до одночасного збільшення м'язової маси та фізичної сили. Дієта

з високим вмістом білка також знижує кров'яний тиск і бореться з діабетом. Рекомендована добова доза (RDI) для білку становить 46 грамів для жінок та 56 грамів для чоловіків.

Додавання еламіну та/або стевіозиду під час піноутворюючої здатності яєць допомагає зменшенню найбільш ймовірного та середнього діаметра бульбашок в отримуваних пінах, що є позитивною функціонально-технологічною властивістю піни.

Враховуючи поживність курячих яєць, слід і надалі вивчати питання збереження їх інгредієнтного складу під час технологічної переробки: утворення піни, впливу різних харчових додатків і наповнювачів для виробництва кондитерських виробів та наступної теплової обробки. Значної уваги заслуговує питання зниження калорійності кондитерських виробів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Теоретичні основи харчових технологій : навч. посібник / Пивоваров П. П. та ін.; за ред. П. П. Пивоварова. 2-ге вид. Харків : ХДУХТ, 2011. 363 с.
2. Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І. Технологія харчових продуктів. К. : НУХТ, 2003. 572 с.
3. Дюкарева Г. І., Гасанова А. Е. Вивчення дисперсного складу піної структури курячого яйця у присутності еламіну та стевіозиду. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2012. С. 57-60. ISSN 1729-3774/6/10 (60).
4. Lemos B. Effects of Egg Intake on choline metabolism and HDL functionality in a healthy population, 1-31-2019.
5. Sparks N.H.C The hen's egg - is its role in human nutrition changing? Nutritional quality of the egg, Netherlands, 23-26 May 2005.
6. Tang T., Du H., Tang S., Jiang Y., Tu Y., Hu M., Xu M. Effects of incorporating different kinds of peptides on the foaming properties of egg white powder. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2021, 72, Article 102742. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102742>.
7. Zhao Y., Feng F., Yang Y., Xiong C., Xu M., Tu Y. Gelation behavior of egg yolk under physical and chemical induction: A review. *Food Chemistry*, 2021, 355, Article 129569. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129569>.
8. Gharbi N., Labbafi M. Effect of processing on aggregation mechanism of egg white proteins. *Food Chemistry*, 2018, 252, 126-133. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.088>.
9. Yaroshenko F. O., Dvorska J. E. et al Selenium enriched eggs as a source of selenium for human consumption; *Applied Biotechnology, Food Science and Policy*, 2003, 1 (1) 13-23.

10. Wan Y., J. Lu, Z. Cui Separation of lysozyme from chicken egg white using ultrafiltration, *Sep. Sci. Technol.*, 2006, 48, 133-142.

REFERENCES:

1. Teoretychniosnovykharchovykhtekhnolohij:navch. posibnyk / Pyvovarov P. P. ta in.; za red. P. P. Pyvovarova (2011), 2-he vyd. Kharkiv : KhDUKhT, 363 s.

2. Domarets'kyj V. A., Ostapchuk M. V., Ukrainets' A. I. (2003) *Tekhnolohiia kharchovykh produktiv*. K. : NUKhT, 572 s.

3. Diukareva H. I., Hasanova A. E. (2012), *Vyvchennia dyspersnoho skladu pinnoi struktury kuriachoho iajtsia u prysutnosti elaminu ta steviozydu. Skhidnoievropejs'kyj zhurnal peredovykh tekhnolohij*, s. 57-60. ISSN 1729-3774//6/10 (60).

4. Lemos B. Effects of Egg Intake on choline metabolism and HDL functionality in a healthy population, 1-31-2019.

5. Sparks N.H.C The hen's egg - is its role in human nutrition changing? *Nutritional quality of the egg*, Netherlands, 23-26 May 2005.

6. Tang T., Du H., Tang S., Jiang Y., Tu Y., Hu M., Xu M. (2021) Effects of incorporating different kinds of peptides on the foaming properties of egg white powder. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 72, Article 102742. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102742>.

7. Zhao Y., Feng F., Yang Y., Xiong C., Xu M., Tu Y. (2021) Gelation behavior of egg yolk under physical and chemical induction: A review. *Food Chemistry*, 355, Article 129569. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129569>.

8. Gharbi N., Labbafi M. (2018) Effect of processing on aggregation mechanism of egg white proteins. *Food Chemistry*, 252, 126-133. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.088>.

9. Yaroshenko F. O., Dvorska J. E. et al (2003) Selenium enriched eggs as a source of selenium for human consumption; *Applied Biotechnology, Food Science and Policy*, 1 (1) 13-23.

10. Wan Y., J. Lu, Z. Cui (2006) Separation of lysozyme from chicken egg white using ultrafiltration, *Sep. Sci. Technol.*, 48, 133-142.

*Стаття надійшла до редакції
12 травня 2024 року*