

ВИЗНАЧЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КАКАО ТЕРТОГО У ПРОЦЕСІ ПЕРЕРОБКИ В ТОМИЛЬНІЙ КАМЕРІ

У статті досліджено реологічні показники, отримані у процесі переробки какао тертого в дослідному зразку томильної камери, визначено числові значення показників готової якісної суміші, розглянуто вплив температури та тривалості перемішування на зміну в'язкості та граничної напруги зсуву.

Під час оцінки якості машин для обробки продуктів харчування та створення нових моделей важливим моментом є врахування зміни реологічних характеристик отриманих напівфабрикатів. Оцінка характеристик продукту на проміжних етапах дає можливість коригувати параметри режиму для отримання кращої якості готового виробу [1,2].

Зміна реологічних характеристик оброблюваних продуктів приводить до зміни навантажень на деталі машин, що треба враховувати під час їх проектування. Точне обчислення довготривалості технологічного циклу також може бути зроблене за умовою встановлення оптимальних значень параметрів отриманого продукту в момент готовності. Визначення реологічних властивостей отриманого продукту дає можливість вибору оптимальних режимів роботи машин, забезпечення доброї якості готових виробів, а також отримання даних для створення нових машин [3].

Метою поданого дослідження є вивчення зміни реологічних характеристик какао тертого під час розтоплення до більш низької консистенції. Експеримент проводили у виробничих умовах ЗАТ «АВК». Початковий продукт перероблявся в дослідному зразку томильної камери з мішалкою. Маса являє собою трифазну систему: тверда фаза – частки какао, рідина – какао-масло, газо-подібна – повітря, яким маса насичується під час перемішування.

Для оцінки якості какао тертого у процесі його переробки було взято реологічні показники: ефективна в'язкість – η , Па; гранична напруга зсуву – θ_0 , Па [4].

Випробування зразків проводили в регіональному відділенні центральної лабораторії ЗАТ «АВК».

Об'єктом дослідження було какао терте, яке виготовляють за рецептурою та технологією, яка відповідає затвердженій технологічній карті. Отриманий напівфабрикат у подальшому використовують під час отримання шоколадно-молочної глазури.

Процес переробки в камері складається з двох етапів. Початкову жирову масу, яка має температуру від 0°C до 20°C , кладуть на колектор, де відбувається попереднє танення жиру до більш низької консистенції та розподілення блоків на дрібні фрагменти. Після цього жирова маса потрапляє в ємність для перемішування її до однорідної маси та насичення повітрям.

Довготривалість перемішування визначається часом, протягом якого суміш набуває стійких реологічних властивостей. Для какао тертого при одночасному завантаженні 150 кг тривалість процесу переробки дорівнює 30 хвилинам.

Експеримент проводився в такій послідовності.

Через кожні 3 хвилини машину зупиняли та брали проби для визначення реологічних характеристик і температури суміші. Оскільки структурний стан маси, яку перемішують, найбільш чітко виявляється на її реологічних характеристиках, тоді момент готовності визначали після досягнення однорідності маси, стабілізації реологічних показників при температурі суміші 45°C. Стабілізація реологічних властивостей суміші означає закінчення процесу перемішування та її готовність.

З метою підтвердження отриманих результатів було створено експертну комісію для проведення оцінки якості отриманого напівфабрикату відповідно до ТУ 15.8-30482582.006-2003. Експертну оцінку проводили за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними показниками та наявністю токсичних елементів.

Для визначення реологічних показників у процесі розтоплення та перемішування було використано віскозиметр DV 3P (Австрія), який забезпечує визначення обраних нами показників η_{sp}/c ; θ_0 з високим ступенем автоматизації та точності вимірювання.

Керування віскозиметром DV-3P через комп'ютер здійснюється за допомогою програми Viscolab DV. Ця програма дозволяє програмувати віскозиметр на проведення вимірів за наявності швидкості обертання ротора, яка відповідає передбачуваній в'язкості. У процесі вимірювання швидкість змінювалася під час зміни в'язкості автоматично. Перед початком вимірювання ми задавали в програмі потрібні нам такі параметри: тип шпинделя, що використовується для вимірювання в'язкості необхідного нам діапазону; мова; час початку та зупинки вимірювання; крок - проміжок часу, через який результати вимірювання записуються у файл; кількість точок, які необхідно одержати в ході дослідження; одиниці виміру в'язкості та температури; можливість визначення граничної напруги зсуву після вимірювання в'язкості.

Для кожної з проб ми отримували значення зміни в'язкості та граничної напруги зсуву під час вимірювання у 20 точках. Значення експериментальних величин з усіх проведених нами вимірів зберігали в базі даних з номером і датою експерименту. У місці на екрані дисплея для відображення густини випробуваної маси можна побачити зміни її значень. Температура суміші відображається на панелі термостата. Програмою також передбачено розрахунок регресійних параметрів і коефіцієнтів кореляції для кожного вимірювання.

Після обробки результатів експерименту ми отримали залежності зміни параметрів какао тертого протягом процесу плавлення та перемішування. Значення ефективної в'язкості та граничної напруги зсуву приймали для точки, для якої швидкість обертання ротора віскозиметра дорівнювала 20 об/хв, що відповідає умовам перемішування сумішей у камері, яку ми досліджуємо. Під час вибору швидкості перемішування були враховані такі технологічні вимоги: ступінь перемішування, вологість і жирність мас, які обробляються.

Жирність маси впливає на величину граничної напруги зсуву й ефективної в'язкості суміші. Тому до проведення вимірів на віскозиметрі визначали жирність маси за допомогою рефрактометра універсального лабораторного УІР. Досліджували масу, жирність якої складала 36,3%.

На рисунку 1 відображено характер зміни параметрів досліджуваного напівфабрикату протягом процесу перемішування.

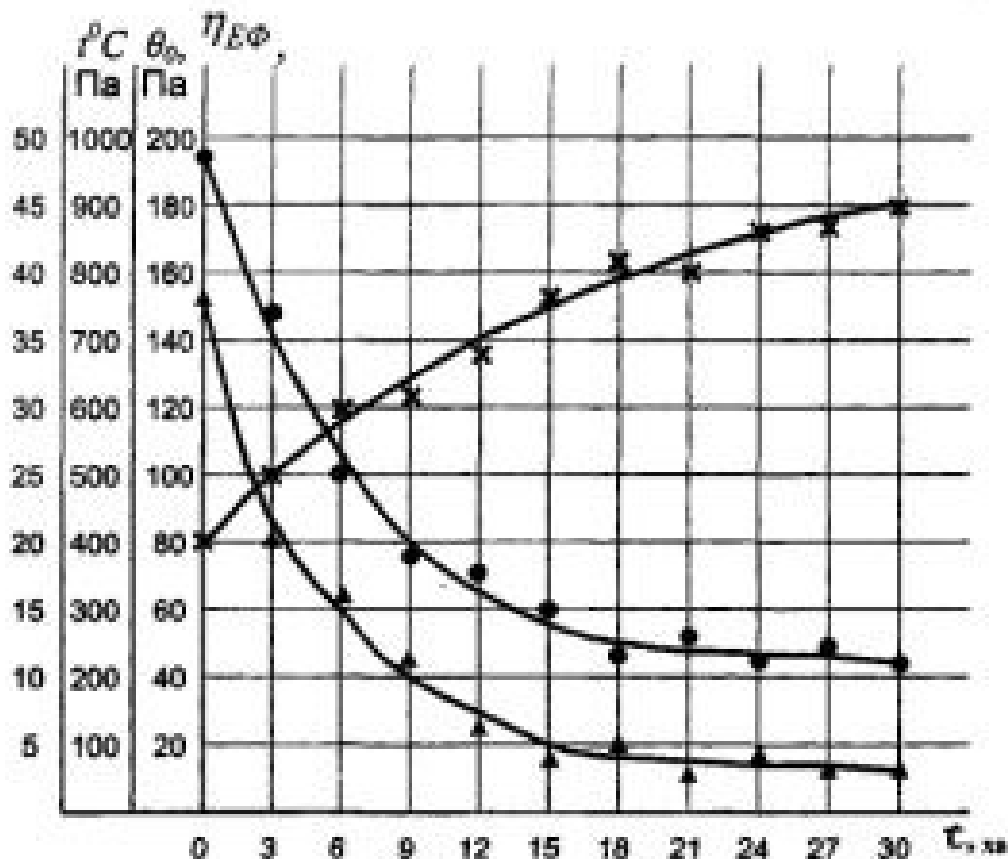


Рисунок 1 – Зміна параметрів напівфабрикату протягом процесу перемішування

Значення величин ефективної в'язкості ($\eta_{ЕФ}$) та граничної напруги зсуву (θ_0) безперервно зменшуються. На початковій часовій ділянці процесу всі характеристики значно змінюються, а зі збільшенням часу зміна величин уповільнюється.

Під час підвищення температури гранична напруга зсуву зменшується. Темп зміни θ_0 при збільшенні температури є різним. Найбільш різка зміна відбувається при температурі близько 20-30°C. За наявності більш високої температури швидкість зменшення граничної напруги зсуву помітно знижується, а при температурі 40°C вона залишається практично постійною.

В'язкість маси у процесі перемішування змінювалася в діапазоні від 150Па до 5,7Па. Вона різко змінюється при відносно невисокій температурі – від 20°C до 35°C, а при температурі близько 40°C значення її практично стабілізується.

Стабілізація реологічних властивостей свідчить про закінчення процесу перемішування та готовності суміші. Збільшення тривалості перемішування не приводить до зміни в'язкості та граничної напруги зсуву.

На зміну в'язкості та граничної напруги зсуву суттєво впливають температура і тривалість перемішування, від якого залежить ступінь насичення продукту повітрям.

На основі експериментальних даних побудовано прості регресійні моделі залежності реологічних характеристик суміші від часу та температурних умов її виготовлення. Попередній аналіз одержаних результатів дозволив зробити припущення про наявність степеневої залежності між змінними. Оцінювання адекватності моделі робили на підставі порівняння різних значень коефіцієнта детермінації, одержаного для різних залежностей змінних. Наприклад, на рисунку 2 показано спробу використання логарифмічної функції для опису тенденції зміни граничної напруги зсуву від температури. Але логарифмічна залежність не в змозі пояснити стабілізацію показника при закінченні процесу перемішування.

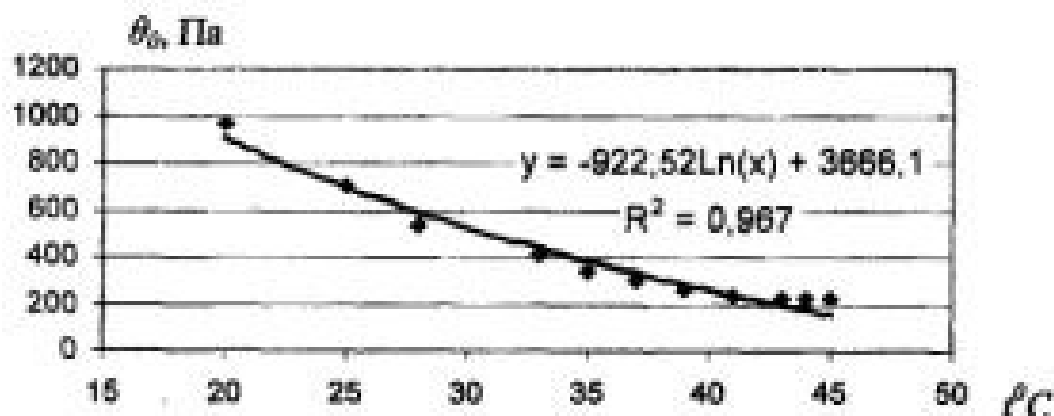


Рисунок 2 – Залежність зміни граничної напруги зсуву напівфабрикату протягом процесу перемішування від температури

Після деяких випробувань зроблено висновок, що найбільш адекватними для всіх залежностей, що мали місце у процесі перемішування, виявилися степеневі, або мультиплікативні, моделі.

На рисунках 3-6 наведено залежності зміни реологічних параметрів напівфабрикату протягом процесу перемішування від температури та часу.

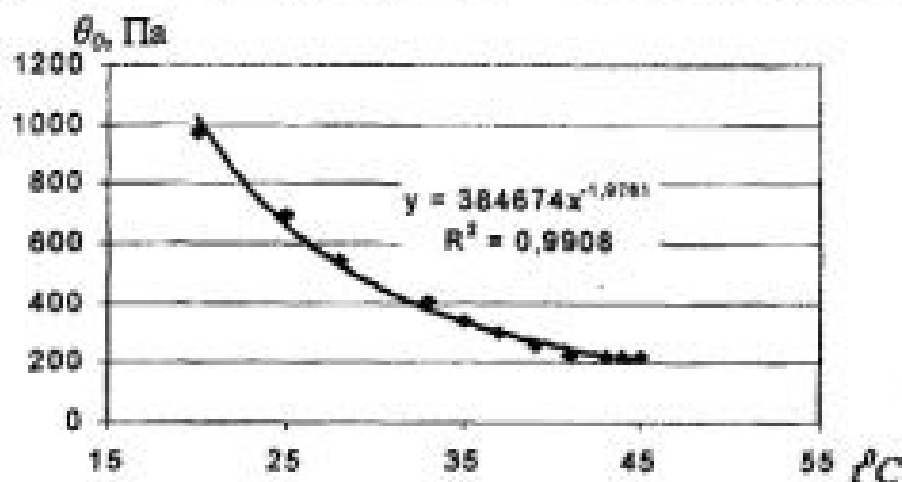


Рисунок 3 – Залежність зміни граничної напруги зсуву напівфабрикату протягом процесу перемішування від температури

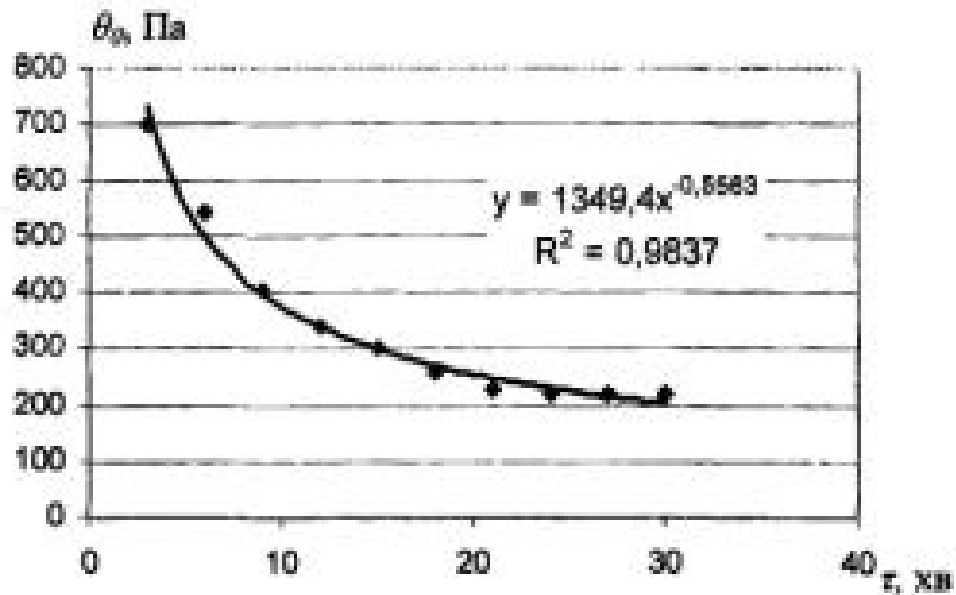


Рисунок 4 – Залежність зміни граничної напруги зсуву напівфабрикату протягом процесу перемішування від часу

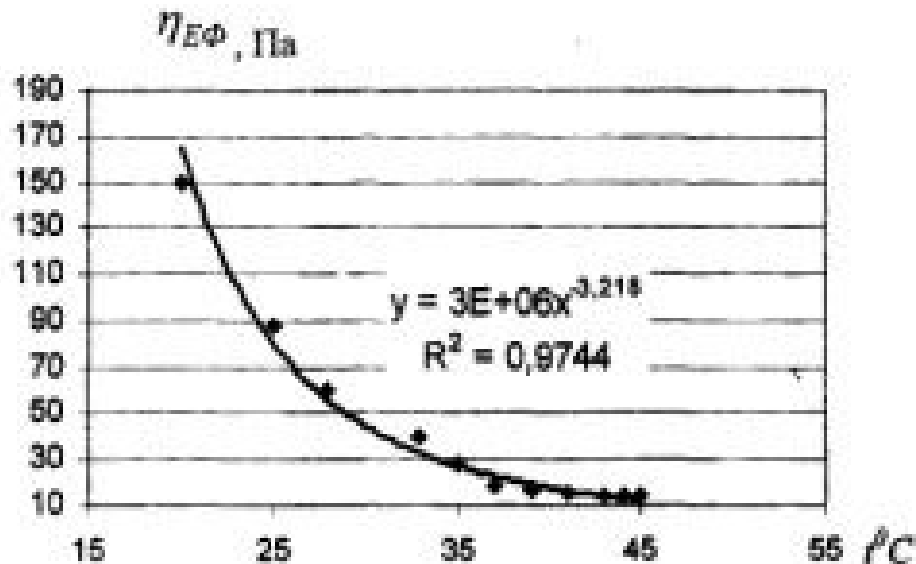


Рисунок 5 – Залежність зміни ефективної в'язкості напівфабрикату протягом процесу перемішування від температури

Унаслідок вищезазначених досліджень і органолептичної оцінки ми отримали реологічні характеристики какао тертого в момент готовності.

Експерименти, які ми провели, дали можливість використовувати оцінку, отриману за допомогою приладів, у процесі визначення закінченості тієї чи іншої проміжної операції технологічного режиму.

Отримані результати розкривають зв'язок між способом та інтенсивністю механічної обробки продукту та його реологічними характеристиками. Реологічні характеристики та їх зміна добре корелюють з якістю продукту, який створюють, і можливими його варіаціями.

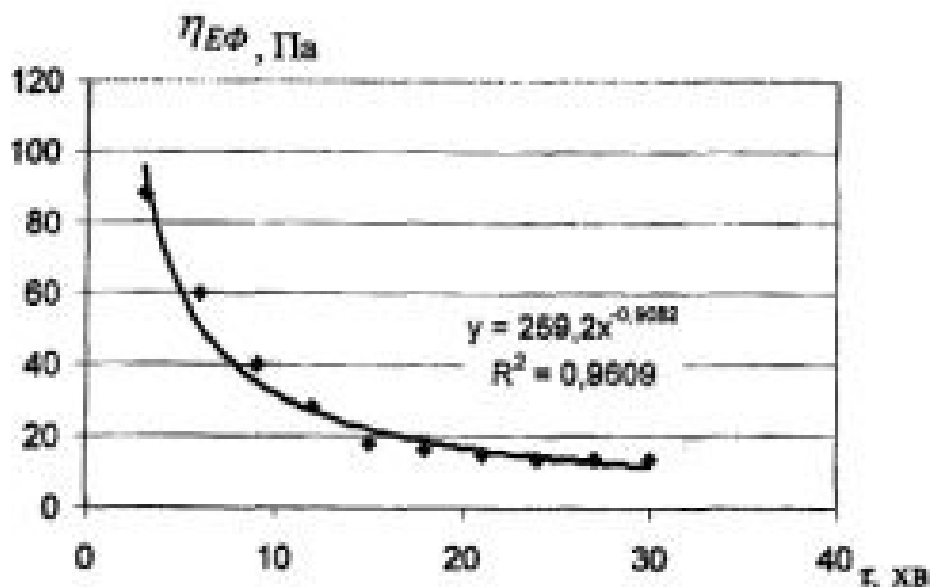


Рисунок 5 – Залежність зміни ефективної в'язкості напівфабрикату протягом процесу перемішування від часу

Таким чином, у фахівців виникає об'єктивний критерій для порівняння конструктивних варіантів різних машин, які переробляють однакові продукти, або для оцінки різних режимів обробки напівфабрикатів машиною такого типу. Проби на різних стадіях технологічного процесу та вимірювання їх реологічних показників дають інформацію для свідомої зміни режимів обробки з метою досягнення кращої якості продукції.

Результати дослідження також дозволяють робити механічні розрахунки деталей камери, продуктивності машини, визначення витрати енергії, добір і розрахунок відповідних нагрівачів з урахуванням характеру зміни реологічних характеристик суміші, яка отримують.

Література

1. Мачихин Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М., 1981. – 243с.
2. Sherman P. Industrial Rheology. – London, New York: Academic Press, 1970. – 321 p.
3. Сукманов В.А. Повышение технического уровня и качества торгово-технологического оборудования / В.А. Сукманов, С.А. Мачихин, И.Б. Левит // Отраслевая наука в обеспечении перестройки в общественном питании: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф., Москва, 13-15 сент. 1988г. – М., 1988.
4. Левит І.Б. Методологія визначення реологічних показників при переробці какао тертого / І.Б. Левит, В. А. Хомічук, О.О. Декань// Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2005. – Вип. 13, т.2. – С. 295-302.