

# ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРУЗІЇ

*при виробництві хлібобулочних виробів дає змогу скоротити тривалість технологічного процесу, зменшити виробничі площі та вартість устаткування*

**О. ЧЕПЕЛЮК, В. ТЕЛИЧКУН,**  
кандидати технічних наук

**Ю. ТЕЛИЧКУН,** асистент

Національний університет харчових технологій

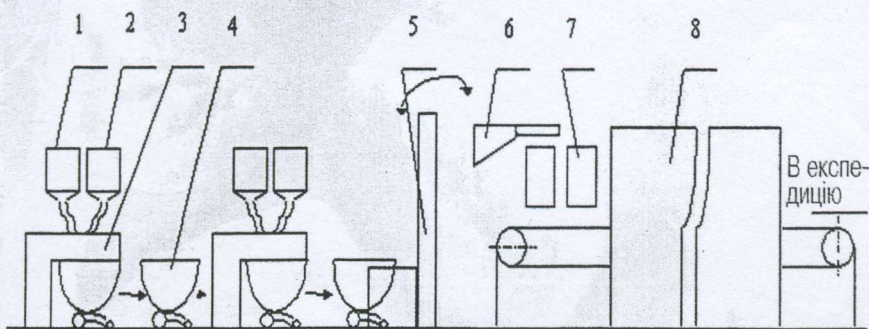
У НАУКОВИХ роботах, присвячених покращенню традиційних технологій та створенню нових енерго- та ресурсозберігаючих виробництв, значну увагу приділено екструзійній обробці. Завдяки високій механізації виробництва, можливості швидко переходити з одного асортименту на інший, гігієнічності процесу, зниженню собівартості готових виробів почали широко застосовувати екструзію. За цим методом виробляють деяку продукцію молочної, м'ясної, рибної промисловості, сухі суміші для кормів, крохмалевмісні продукти (сухі сніданки, круп'яні

Одержати високоякісну харчову продукцію можна завдяки впровадженню новітніх технологічних процесів, сучасного обладнання. На жаль, в Україні передові технології впроваджуються досить повільно. Основна причина — відсутність коштів на модернізацію виробництва.

палички, пластівці), макаронні, кондитерські вироби (цукерки, жувальну гумку, печиво), а також хлібобулочні вироби (хлібні палички, панірувальні сухарі).

Ряд тістоподільників (ХДН, ХДР, ХДФ-Р) працюють за принципом екструзії через мундштук з наступним різанням тістового джгута на однакові за довжиною шматки. Перспективний напрямок — виготовлення методом екструзії хлібних паличок і крекерів з відходів хлібопекарського виробництва (черствого, деформованого, поверненого з торгівельної мережі хліба).

Мета наукових досліджень, що проводяться в галузі формування виробів екструзією, — пошуки способів пришвидшення процесів, підвищення продуктивності обладнання, поліпшення якості виробів, зменшення матеріальних витрат при їх виробництві. Вирішувати ці питання можна, впливаючи як на властивості матеріалу, що форму-



Машинно-апаратурна схема виготовлення хлібобулочних виробів екструзією: 1 — дозатор борошна; 2 — дозатор рідких компонентів; 3 — тістомісильна машина; 4 — підкатні діжі; 5 — діжоперекладач; 6 — місткість; 7 — бродильно-формуючий агрегат; 8 — піч.

ється, так і на конструкцію формуючого обладнання.

До основних способів впливу на тісто, що екструдується, належать:

зміна його складу та структури завдяки відповідним інгредієнтам та вологості напівфабрикатів;

фізичний вплив на напівфабрикат (механічний, термічний, електричний і магнітний).

Асортимент виробів, виготовлених за допомогою екструзії, досить широкий, різноманітний й сировина. Для забезпечення гладенької поверхні бажано використовувати напівфабрикати з невисокими значеннями пружності й в'язкості. Для коригування органолептичних показників готової продукції і швидкості випресовування можна рекомендувати дещо збільшувати вологість напівфабрикатів, а також варіювати кількість цукру й жиру.

Широко використовують фізичні методи інтенсифікації, особливо механічний вплив на матеріал — тиск, вібраційний і ультразвуковий методи.

Більшість вітчизняних способів приготування напівфабрикатів передбачає бродіння у відкритих місткостях, які контактують з атмосферою, що супроводжується втратою діоксиду вуглецю і летких речовин. І чим триваліший процес бродіння, тим більші втрати сухих речовин. Дослідами М.В.Тульського і Н.Н.Чернишова встановлено: потрібна кислотність у тісті, що бродило під надлишковим тиском 0,1 МПа, накопичувалась значно швидше, ніж за традиційної технології. Тому використання технології бродіння тіста під тиском у замкненому об'ємі дає змогу зменшити витрати сухих речовин і прискорити процес бродіння.

Застосування вібрації та ультразвуку призводить до деструкції довголанкових молекул біополімерів і перерозподілу молекул різної величини по площі поперечного перерізу каналу так, щоб коротколанкові молекули утворювали пограничний шар, в'язкість якого на порядок менша від основного матеріалу. Результат цього — зменшення сил зчеплення маси з поверхнею обладнання і, як наслідок, зниження гідралічного опору, реалізація "пробкового" режиму течії та підвищення продуктивності екструдера. Відзначають і рівнішу, без тріщин, раковин та інших дефектів, характерних для звичайного процесу формування, поверхню виробів. Окрім того, відома позитивна дія вібрації на діяльність дріжджів. Серед недоліків застосування вібрації і ультразвуку — більші експлуатаційні витрати й погіршення умов роботи для персоналу та обладнання.

**Методи інтенсифікації процесу екструзії, які передбачають зміну конструкції обладнання, спрямовані насамперед на створення найбільш раціональної форми матриці та запобігання адгезії матеріалу до поверхні екструдера.** Профілювання передматричного простору й матриці передбачає визначення конфігурації вхідної частини формуючого каналу, за якої не утворюються застійні зони й забезпечується рівномірність швидкостей випресовування. Як наслідок, зменшуються опір випресовуванню і кількість невіривняних кінців, які йдуть на вторинну переробку,

тобто підвищується фактична продуктивність екструдера.

Щодо кута входу й довжини каналу, то від них залежить правильна форма виробів та якість їх поверхні. У каналі відбувається релаксація напружень, отриманих у вхідній зоні, й стабілізація потоку маси. Невиправдане збільшення довжини формуючого каналу призводить до погіршення енергетичних показників роботи обладнання.

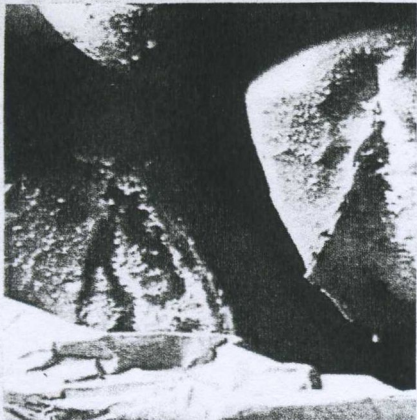
Значна адгезійна здатність тіста призводить до ускладнення технологічних процесів, додаткових витрат сировини й енергії. Адгезія виникає в результаті адсорбції молекул тіста на поверхні формувального обладнання з подальшим утворенням подвійного електричного шару в надтонкому (до 20 нм) приповерхневому шарі тіста. Водночас ці ж молекули пов'язані з його основним об'ємом. Якщо сили міжмолекулярного зчеплення в тісті виявляються слабшими, ніж сили адсорбції, то маса тіста при його русі розривається на деякому віддаленні від поверхні твердого тіла. Заходи, спрямовані на попередження прилипання маси, що формується, до корпусу екструдера й особливо матриці, насамперед полягають у правильному виборі матеріалу для їх виготовлення, який повинен мати антиадгезійні властивості.

Серед інших способів інтенсифікації процесу екструзії — підтримання певної температури поверхні фільєри, нижче якої прилипання маси помітно знижується; можливості накладання в зоні контакту тіста з робочими органами зовнішнього електричного поля, при якому сили адсорбції будуть ним компенсуватися, та використання співекструдату, який відіграє роль підстилаючого шару.

Слід зазначити, що **вплив робочого тиску пресування або температури може призвести як до інтенсифікації, так і до уповільнення процесу, погіршення якості виробів** (особливо це стосується напівфабрикатів, які містять мікроорганізми, зокрема дріжджового тіста).

На основі аналізу названих методів інтенсифікації запропоновано нову, економічно ефективнішу машинно-апаратну схему виготовлення хлібобулочних виробів (див. рисунок), де операції бродіння, формування і вистою поєднано в одному бродильно-формуючому агрегаті. Використано технологію бродіння тіста в закритій місткості під тиском, а також формуючі елементи оптимального профілю, виготовлені з матеріалу з антиадгезійними властивостями — фторопласту. Таким чином вдається досягти скорочення тривалості технологічного процесу, зменшення виробничих площ і вартості устаткування при забезпеченні високої продуктивності й збереженні якості готових виробів.

Для приготування опари й тіста використовують тістомісильну машину інтенсивної дії з підкатними діжами, куди з дозаторів борошна та рідких компонентів надходять відповідні рецептурні суміші. Опара бродить у підкатних діжах, після чого поступає на замішування тіста. Готове тісто з підкатної діжі ді-



жоперекидач вивантажує в місткість, а потім — до бродильно-формуючого агрегату, де воно бродить під тиском. По закінченні бродіння через матрицю на під печі формуються вироби. Внаслідок перепаду тиску при виході з екструдера відбувається так зване спучування виробів. Для забезпечення безперервності процесу формування паралельно використовують пару місткостей. Коли в одній з них тісто бродить, з іншої воно випресовується. Сформовані вироби випікають у печі.

Таким чином, застосування екструзії в хлібопекарській промисловості для формування пшеничного дріжджового тіста в бродильно-формуючому агрегаті (БФА), порівняно з традиційними технологіями, **дає змогу скоротити тривалість технологічного процесу, зменшити виробничі площі та вартість устаткування** завдяки поєднанню кількох операцій в одному агрегаті та уникненню стадії вистоювання виробів після формування. Останнього досягають ефектом розбухання виробів на виході з формуючого каналу. Інтенсифікація процесу у БФА відбувається внаслідок бродіння тіста в закритій місткості при надлишковому тиску й використання формуючого каналу з найбільш раціональною геометричною конфігурацією.

Про перспективність використання процесу екструзії при виготовленні хлібобулочних виробів свідчать розрахунки економічної ефективності: собівартість — 991,88 грн./т, термін окупності лінії — три роки.

## СПЕЦІАЛЬНИЙ ЖЕЛЮЮЧИЙ ПОРОШОК

*розроблений науковцями для начинки кондитерських виробів на основі вареного згущеного молока, дає змогу значно поліпшити технологічний процес*

**Ф**АХІВЦІ науково-виробничого підприємства "Промавтоматика" розробили рецептуру желюючого порошку для виготовлення термостабільної начинки на основі вареного згущеного молока. Адже відомо, що воно сприяє підвищенню харчової і біологічної цінності кондитерських

виробів, поліпшує їх смакові властивості.

ють збереженню об'єму начинки всередині виробу, додають начинці повноти смаку й приємної консистенції.

Технологія приготування начинки зводиться до того, що желюючий порошок додають до вареного згущеного молока й при 20—30°C ретельно перемішують

**Виробники борошняних кондитерських виробів, у тому числі пряників, печива, круасанів, намагаються розширити асортимент продукції передусім завдяки використанню різних начинок.**

виробів, поліпшує їх смакові властивості.

Варене згущене молоко готують на основі незбираного або нежирного згущеного з цукром безпосередньо в кондитерських цехах підприємств. Його пастеризують, витримуючи при температурі не нижче 95°C (на водяній бані) впродовж трьох-чотирьох годин. Після охолодження воно набуває більш щільної і в'язкої консистенції, бежевого кольору, запаху й смаку пряженого молока.

Згущене варене молоко, виготовлене в кондитерському цеху чи на молочному підприємстві, широко використовують для виробництва тортів і тістечок. Однак **з непідготовленого належним чином молока не можна виготовляти начинки для пряників, печива тощо, бо в цих виробках воно просочується в тісто, витікає, начинка підгорає.** Тому необхідно, щоб згущене молоко набувало термостабільності й здатності утримувати вологу при 200—280°C.

До складу желюючого порошку входять загущуючі й желюючі компоненти, що утримують вологу при високій температурі, сприя-

ють збереженню об'єму начинки всередині виробу, додають начинці повноти смаку й приємної консистенції.

Технологія приготування начинки зводиться до того, що желюючий порошок додають до вареного згущеного молока й при 20—30°C ретельно перемішують

до однорідної маси. Термостабільна начинка в перші 15–20 хв. залишається текучою, що дає змогу обробляти її в дозаторах з пневмоприводом. З підвищенням в'язкості необхідно використовувати дозатори з механічною подачею.

Для одержання начинки желюючий порошок (1 кг) змішують з вареним згущеним молоком (20 кг). Щоб підвищити густину молока й вологоутримуючу здатність, у молоко додають пшеничне борошно або подрібнене печиво (1–2 кг). Урізноманітнити асортимент можна смакоароматичними добавками, зокрема, натуральною розчинною кавою чи какао. Вартість термостабільної начинки на 4–5% перевищує вартість вареного згущеного молока.

Працівники підприємств, що освоїли технологію виготовлення пряників і печива з начинкою на основі згущеного молока з желюючим порошком, відзначають простоту й зручність процесу. Готова продукція економічно вигідна й користується попитом покупців.

**Б.ТРОЇЦЬКИЙ, В.ПИСЬМЕННИЙ,**  
наукові співробітники  
ТОВ "Промавтоматика"