

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СУХАРНИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ БРОДИЛЬНО-ФОРМУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Арсеньсва Л.Ю., д-р техн. наук, професор, Теличкун Ю.С., канд. техн. наук, асистент,
Зарубіна В.С., магістр

Національний університет харчових технологій, м. Київ

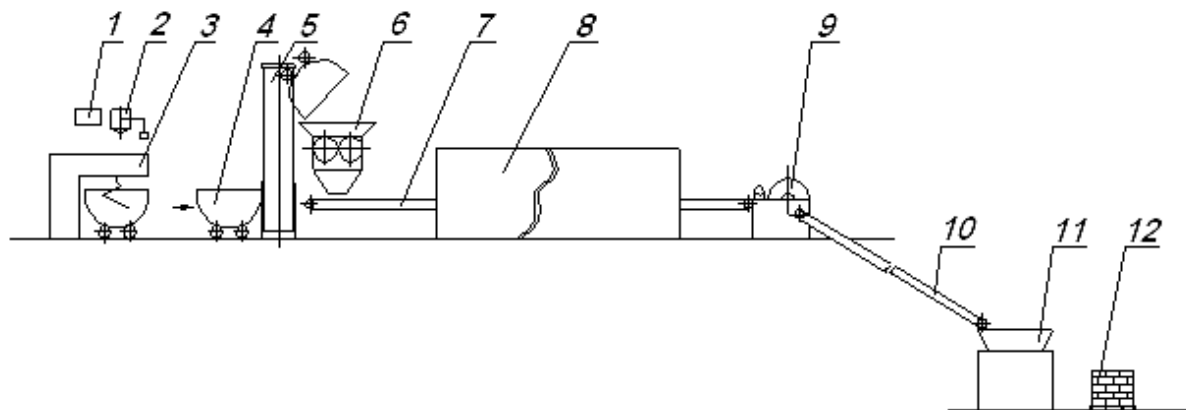
Розроблено технологію сухарних виробів з використанням бродильно-формуального агрегату, де поєднано операції дозрівання, формування та вистоювання тіста в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі. Встановлено, що у зазначених умовах уповільнюються процеси спиртового та молочнокислого бродіння. Спостерігається інтенсифікація процесу протеолізу білків тіста. Структурно-механічні властивості тіста покращуються. Оптимальна тривалість перебування тіста у камері бродильно-формуального агрегату становить 20 хв.

Development of rusk goods technology with fermenting-forming aggregate where the operations of ripening, forming and standing of dough are united in the conditions of enhanceable pressure and enhanceable maintenance of carbon dioxide in environment. It is determined that the processes of fermentation are slowed in the noted conditions. There is intensification process of proteinous proteolysis in dough. Structural-mechanical properties get better in dough. Optimal duration of staying dough in camera of fermenting-forming aggregate makes 20 minutes.

Ключові слова: сухарні вироби, екструзія, екструдер, бродильно-формувальний агрегат, підвищений тиск та підвищений вміст вуглекислого газу у середовищі, тістовий джгут.

У сучасних умовах виробництва одним з основних завдань розвитку харчової промисловості є інтенсифікація технологічних процесів та забезпечення належної якості готових виробів. Розв'язанню цього завдання сприяє використання процесу екструзії.

Сухарні вироби користуються широким попитом у населення, проте традиційна схема їх виробництва являє собою досить великий комплекс агрегатів та машин різноманітного призначення. Скорочення кількості технологічного обладнання досягається впровадженням нової, економічно-ефективнішої машинно-апаратурної схеми виробництва сухарних виробів з використанням процесу екструзії [1,2], що розроблена на кафедрі «Машини та апарати харчових виробництв» Національного університету харчових технологій (рис.1). За такою технологією в одному бродильно-формуальному агрегаті (екструдері) поєднано бродіння та усі операції оброблення тіста, у т.ч. вистоювання [3].



1 – дозатор рідких компонентів; 2 – дозатор борошна; 3 – тістомісильна машина; 4 – діжа для дозрівання тіста; 5 – діжеперекидач; 6 – бродильно-формувальний агрегат; 7 – під печі; 8 – піч; 9 – різальна машина; 10 – транспортер для охолодження сухарів; 11 – пакувальний автомат; 12 – коробки з готовою продукцією.

Рис. 1 - Апаратурно-технологічна схема виробництва сухарних виробів з використанням бродильно-формуального агрегату

Метою дослідження є розроблення технології сухарних виробів для виробництва їх у бродильно-формувальному агрегаті, в якому готове до оброблення тісто подається у закриту герметичну ємкість, де витримується під надлишковим тиском 0,2 МПа, далі за допомогою формуючої матриці, тобто методом холодної екструзії, відбувається формування тістового джгута прямо на під печі без операції вистоювання. За рахунок перепаду тиску на виході з екструдера відбувається розпушення виробів. Загальний вигляд бродильно-формувального агрегату наведено на рис. 2.

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- дослідити вплив підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі на перебіг мікробіологічних та біохімічних процесів у тісті, зміни його структурно-механічних властивостей;
- визначити оптимальний час дозрівання тіста у бродильно-формувальному агрегаті до його екструдкування;
- оцінити якість готових сухарних виробів;
- визначити економічну ефективність нової технології.

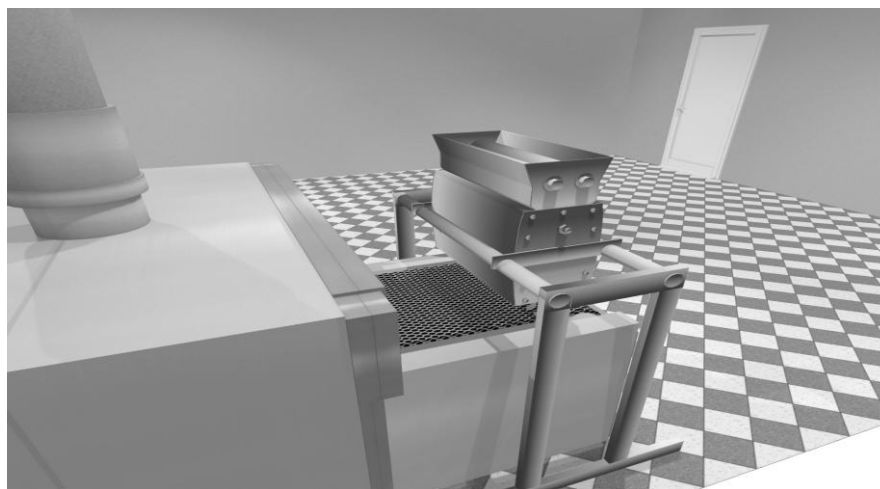


Рис.2 - Загальний вигляд бродильно-формувального агрегату

Перебіг мікробіологічних процесів у тісті під впливом підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі характеризували за накопиченням спирту, зміною активної та титрованої кислотності, окисно-відновного потенціалу та активністю молочнокислих бактерій.

Перебіг біохімічних процесів у тісті характеризували за накопиченням цукрів, а також за змінами у фракційному складі білкових речовин тіста.

Структурно-механічні властивості тіста оцінювали за збільшенням його питомого об'єму під час дозрівання та властивостями клейковини.

Створити умови бродіння тіста під тиском 0,2 МПа в приладі АГ-1 неможливо, тому інтенсивність спиртового бродіння оцінювали не за накопиченням вуглекислого газу, а за накопиченням спирту у контрольному тісті і тісті, що перебувало під тиском впродовж 2 год. бродіння (рис. 3). З діаграми випливає, що у дослідному тісті масова частка спирту на 32 % менша, ніж у контрольному тісті, що дозрівало при звичайних умовах. Це свідчить про уповільнення спиртового бродіння, що може бути наслідком зниження активності дріжджів або зменшення кількості зброджуваних цукрів.

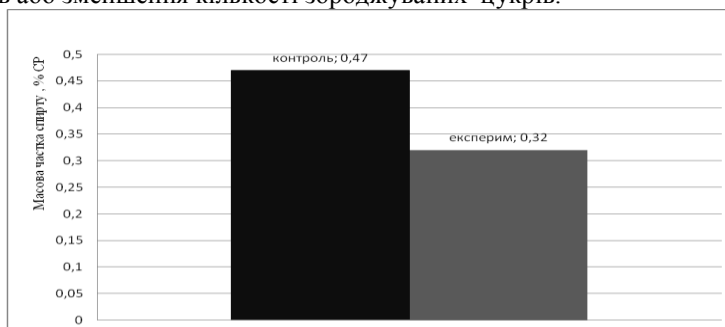


Рис. 3 - Масова частка спирту у тісті через 2 год. дозрівання

Для визначення активності молочнокислих бактерій проводили такий модельний дослід. У тісто вносили сублімовані молочнокислі бактерії у складі препарату лактобактерину з розрахунку 10 доз на кожні 100 г борошна. Тривалість дозрівання тіста становила 3 год. Встановлено (рис. 4), що у тісті, яке знаходилося у бродильно-формуальному агрегаті, активність молочнокислих бактерій на 28...30 % нижча, порівняно з контролем.

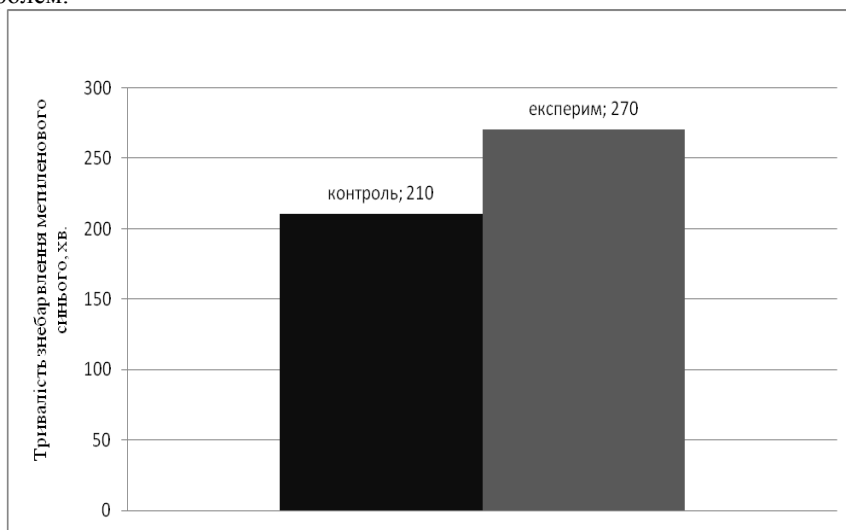


Рис. 4 - Активність молочнокислих бактерій у тісті в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі

Отже, підвищений тиск та підвищений вміст вуглекислого газу у середовищі пригнічують життєдіяльність бродильної мікрофлори тіста, що призводить до зниження інтенсивності спиртового та молочнокислого бродіння.

Незважаючи на це, в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі дещо підвищується кислотність тіста. На нашу думку, це пов'язано з тим, що тісто дозріває у закритій ємкості під надлишковим тиском. За таких умов вуглекислий газ більшою мірою залишається у тісті у вигляді карбонатної кислоти, що й підвищує кислотність тіста. Зміна титрованої кислотності тіста корелює зі зміною його активної кислотності.

Досліджували також зміну окисно-відновного потенціалу тіста під дією підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі протягом 3,5 год. дозрівання тіста. Дослідження показали, що у тісті, яке дозріває в екструдері, біохімічні та мікробіологічні процеси перебігають повільніше, порівняно з контролем.

З метою вивчення змін у вуглеводно-амілазному комплексі тіста визначали динаміку цукрів у тісті, що перебувало у бродильно-формуальному агрегаті, за інтенсивністю накопичення та зброджування мальтози (табл.1). Встановлено, що накопичення цукрів у тісті під впливом тиску у 3 рази менше, ніж у контролі, а зброджування уповільнюється на 5...6 %.

Таблиця 1 - Масова частка редукуючих цукрів у тісті в перерахунку на мальтозу, % до маси СР тіста

Тривалість бродіння (автолізу), год.	Тісто, що дозрівало	
	при звичайних умовах (контроль)	при підвищеному тиску та підвищеному вмісту CO ₂ у середовищі (в екструдері)
Без дріжджів		
0	2,80	2,80
1,5	3,01	2,90
3,0	3,23	2,92
Накопичено	0,43	0,12
З дріжджами		
0	2,92	2,92
1,5	2,51	1,82
3,0	0,76	0,88
Зброджено	2,16	2,04

Для характеристики змін у складі білкових речовин тіста визначали загальний азот тіста, сумарний водорозчинний азот, а також азот вільних амінокислот. Результати проведених досліджень (табл. 2) показали, що вміст водорозчинного азоту через 3 год. автолізу у тісті, що дозрівало при підвищеному тиску та підвищеному вмісту вуглекислого газу у середовищі (у бродильно-формульованому агрегаті), збільшується на 27...28 %, у т.ч. азоту вільних амінокислот – на 9...10 % порівняно з контрольним зразком.

Таблиця 2 - Вміст окремих фракцій азотвмісних сполук тіста

Фракція		Тісто, що дозрівало	
		при звичайних умовах (контроль)	при підвищеному тиску та підвищеному вмісту CO ₂ у середовищі (в екструдері)
Загальний азот, %СР,	поч.	3,06	3,06
	кін.	2,95	2,98
	<i>приріст, %_{абс.}</i>	0,11	0,08
Водорозчинний азот, %СР	поч.	0,102	0,102
	кін.	0,095	0,121
	<i>приріст, %_{абс.}</i>	0,007	0,019
Азот вільних амінокислот, %СР	поч.	0,0221	0,0221
	кін.	0,0223	0,0244
	<i>приріст, %_{абс.}</i>	0,0002	0,0023

Такі зміни у фракційному складі азотвмісних речовин тіста, що дозрівало в екструдері, можуть бути зумовлені інтенсивною пептизацією високомолекулярних білків під впливом протеїнази, активність якої, очевидно, зростає; або у разі підвищення тиску та підвищення вмісту вуглекислого газу у середовищі відбуваються такі зміни у структурі білкових молекул, які сприяють гідролізу.

Дослідження властивостей клейковини тіста показали, що підвищений тиск та підвищений вміст вуглекислого газу у середовищі несуттєво знижують вміст сухої клейковини та дещо послаблюють її (показник ИДК збільшується на 6...8 од. пр.).

Для характеристики зміни структурно-механічних властивостей тіста в умовах тиску наважку тіста з бункеру відбирали через 20, 40 і 60 хв., закладали у циліндр та спостерігали за зростанням його об'єму при атмосферному тиску і температурі 30 ° С. З рис. 5 видно, що зі збільшенням тривалості оброблення тіста тиском 0,2 МПа збільшується його газотримувальна здатність. Вірогідно, це пов'язано з тим, що клейковинний каркас тіста після дії тиску здатний більшою мірою розтягуватися під впливом вуглекислого газу.

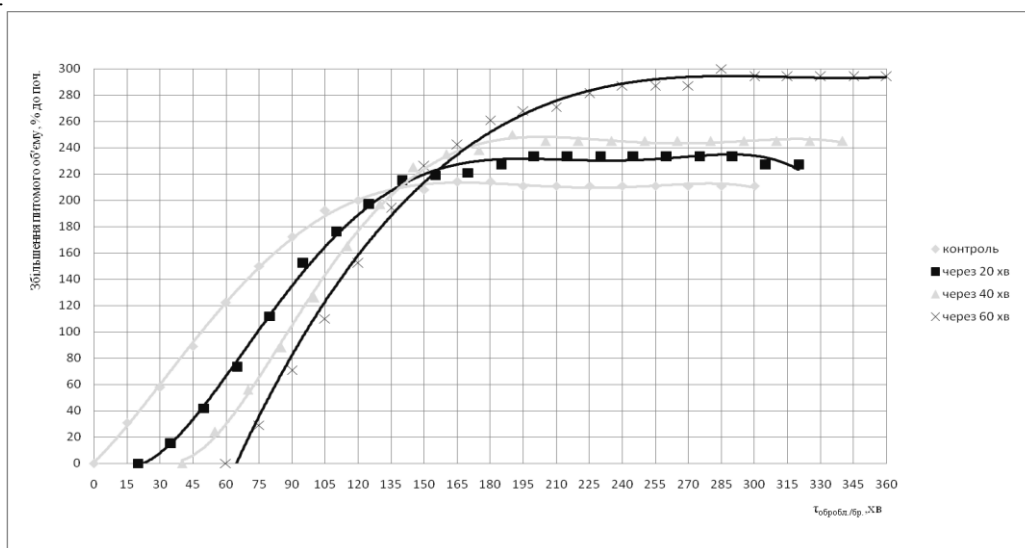


Рис. 5 - Зміна питомого об'єму тіста після дії тиску 0,2 МПа

Для встановлення оптимального часу перебування тіста у камері бродильно-формульованого агрегату визначали частку вуглекислого газу в об'ємі тістового джгута. Для цього аналізували різницю густини

тістового джгута без дріжджів та з дріжджами та враховували тривалість перебування тіста в екструдері (рис. 6).

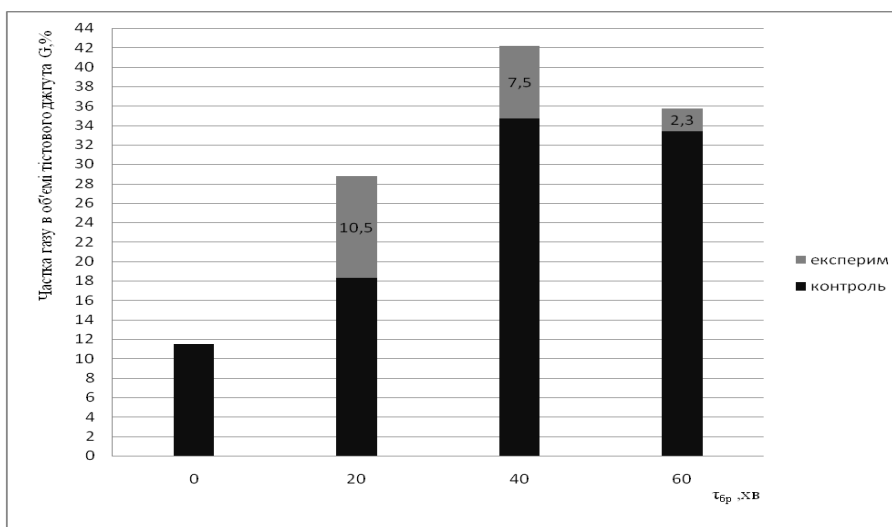


Рис. 6 - Зміна частки газу в об'ємі тістового джгута залежно від часу перебування тіста під тиском у бродильно-формульовальному агрегаті

Через уповільнення процесу спиртового бродіння у тісті в умовах підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі досягти переконливо більшого об'єму тістового джгута, ніж у контрольному зразку, не вдалося. Це збільшення при 40 хв. та 60хв. становило лише 20...22 % та 5...7 % відповідно. Крім того, у разі збільшення часу дозрівання тіста до 60 хв. процес формування тістового джгута ускладнювався, поверхня готових сухарних виробів ставала нерівною, збільшувався розмір пор. Оцінювання отриманих результатів дало змогу стверджувати, що тривалість бродіння тіста під підвищеним тиском у бункері бродильно-формульовального агрегату до моменту екструдування слід обмежити 20 хв.

Для оцінки пористості готових сухарних виробів після дії підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі визначали їх здатність набухати (намокати). Отримані дані показали: коефіцієнт набухання готових сухарних виробів, що формувалися після дії підвищеного тиску протягом 20 хв., та виробів, що формувалися звичайним способом, становить 1,8. Дослідні готові вироби мали дрібну, тонкостінну пористість. Це свідчить про те, що дія тиску протягом 20 хв. не погіршує пористості готових сухарних виробів. При більш тривалій дії підвищеного тиску коефіцієнт набухання зменшувався, а пористість виробів була нерівномірною та товстостінною. Тобто, визначена нами тривалість перебування тіста під тиском у бродильно-формульовальному агрегаті 20 хв. є оптимальною для того, щоб якість готових виробів не погіршувалася.

Таким чином, застосування запропонованої технології повністю виключає усі операції оброблення тіста, у т.ч. вистоювання тістових заготовок. Це дає змогу скоротити кількість обладнання, передусім – вистійних шаф, кулерів для вистоювання сухарних плит, печей для сушіння сухарів, скоротити виробничі площі на 80...85 %, тривалість технологічного процесу за прискореною технологією на 58...69 %, знизити собівартість продукції на 14 % та організувати безперервне потокове виробництво з мінімальним використанням ручної праці.

Висновки

1. На підставі вивчення впливу підвищеного тиску та підвищеного вмісту вуглекислого газу у середовищі на перебіг біохімічних та мікробіологічних процесів у тісті, зміну його структурно-механічних властивостей розв'язано завдання удосконалення технології сухарних виробів та розроблення нової технології з використанням бродильно-формульовального агрегату, де поєднано процеси дозрівання, формування та вистоювання тіста.
2. Оптимальна тривалість перебування тіста під надлишковим тиском у бродильно-формульовальному агрегаті до його формування на під печі становить 20 хв. Це дає змогу отримати сухарні вироби, що за якістю та пористістю не поступаються продукції, виготовленої за традиційною технологією.
3. Оцінка якості готових сухарних виробів показала, що дія підвищеного тиску протягом 20 хв не погіршує якість продукції. Збільшення тривалості оброблення тіста тиском призводить до зниження якості готових сухарів.

4. Впровадження запропонованої технології сухарних виробів з використанням бродильно-формуального агрегату дасть змогу отримати додатковий прибуток у розмірі 3132,77 тис. грн. (у цінах 2009 року). Термін окупності лінії становить 11 міс.

Література

1. Патент на корисну модель № 24301, Спосіб виробництва сухарів / Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О. Заявлено 13.02.2007, опублік. 25.06.2007, бюл. № 8
2. Сандул О.О., Теличкун Ю.С., Теличкун В.І. Інтенсифікація процесу екструзії/ Харчова промисловість. – 2006. – вип. 2. – с. 26 - 29
3. Патент на винахід 59060А, МПК А21 СВ / 00, Бродильно-формувальний агрегат / Теличкун В.І., Сандул О.О., Черета В.В. Заявлено 11.12.2002, опублік. 15.08.2003, бюл. № 8