**УДК 664.692.084:621**

# ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Богомолов О.В., д.т.н., проф.,
Гурський П.В., к.т.н., проф.,
Іващенко С.Г., к.т.н., доц.,
Денисенко С.А., к.т.н., доц.
*Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна*

***Постановка проблеми***. В теперішній час макаронні вироби, що випускаються в нашій країни мають широкий асортимент продукції та великий попит серед споживачів [1]. З ним можна швидко приготувати їжу, вони довго та гарно зберігаються. Однак, процес виробництва харчової продукції в цілому та пресування макаронних виробів, як один із етапів виробництва, характеризується витратами електричної енергії на проведення процесу [2].

Однією з головних деталей механізму пресування є матриця, яка безпосередньо дає форму макаронним виробам. В процесі пресування та проходження тіста через філь'єри матриці відбувається його прилипання до стінок формувальної щілини матриці, що є основною причиною утворення шорсткуватої поверхні сформованих макаронних виробів.

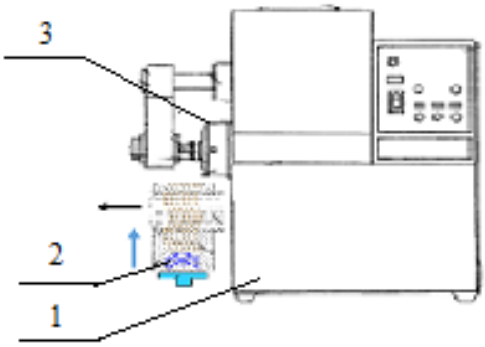
Метою досліджень є встановлення рівня впливу ультразвукових коливань швидкість пресування макаронного тіста в процесі виробництва макаронних виробів. Це дозволить встановити раціональний тиск пресування, забезпечить необхідну якість готового продукту і мінімальні втрати маси під час проведення процесу.

***Основні матеріали дослідження***. При проходженні тіста через філь'єри прилиплий пристінний шар тіста залишається нерухливим, другий шар відривається від нього з утворенням надривів і тріщинок, які надають поверхні макаронним виробам шорсткість, що знижує їхній товарний вид, збільшує втрату сухих речовин у процесі варіння виробів (ступінь мутності варильної рідини) внаслідок відриву заусенців від виробів при варінні. Враховуючи те, що тісто досить в'язке виникає механічна енергія на подолання сил зчеплення часток тіста між собою, на відривання тіста від прилиплого до каналу матриці елементарного шару, а також уповільнюється швидкість випресування макаронних виробів, що знижує продуктивність преса. Тому зменшення прилипання тіста до поверхні формувальних каналів матриці дає значні технічні й економічні вигоди [3].

У дослідженнях використовувалося борошно вищого (крупка) зі вмістом сирої клейковини 26 %. Досліджувалось макаронне вологістю 30…35 % з пресуванням його за тиску 5…10 МПа.

Для ультразвукового впливу застосовували високочастотний ультразвуковий генератор «Хвиля-М» (модель УЗТА-1/ 22-ОРВ), що працює з амплітудою 10-40 мкм, частотою 22±0,5 кГц, інтенсивністю від 1,5…2,0 Вт/см та підсилювач ультразвукових коливань в межах 22…60 кГц. Для проведення процесу пресування використовували макаронний прес "МИНИМАК-1".

Під час процесу пресування (рис.1) ультразвукові коливання з частотою 22 кГц передаються концентратором до матриці, яка починає також здійснювати коливання, діючи на макаронне тісто, що пресується. Енергія пресування поглинається шарами тіста під дією ультразвукових коливань, особливо поверхневими шарами. Під час цього в значній мірі зменшується тертя між шарами, усувається нерівномірність розподілу за обсягом частинок пресованого тіста, повітряних пор і напружено-застійних зон. При цьому ущільнення тіста досягає свого максимального значення [4, 5].




1 – прес макаронний "МИНИМАК-1"; 2 – випромінювач ультразвуку; 3 – матриця; ← – рух макаронного тіста; ↑ – руху поперечних ультразвукових хвиль

**Рис. 1. Схема ультразвукового впливу на тісто при пресуванні макаронних виробів через отвори матриці**

Під час пресування поверхня макаронних виробів за рахунок ультразвукового капілярного ефекту змочується виділеною вологою, що в значній мірі також впливає на зменшення тертя поверхні пресованих виробів з філь’єрами матриці.

Доведено дослідженнями (рис. 2), що при формуванні тіста на пресах зниження вологості тіста призводить до збільшення тиску пресування (крива 1), тобто до збільшення тиску контакту тіста з поверхнею формувального каналу й до зниження швидкості випресування сирих виробів, а отже, до збільшення тривалості контакту. При застосуванні ультразвуку спостерігається зменшення тиску пресування на 1,5МПа (крива 2) при загальній тенденції, тобто збільшення швидкості випресування.

Вологість макаронного тіста – один із двох головних параметрів, за допомогою яких можна змінювати в певних межах фізичні

властивості тіста, сирих макаронних виробів, впливаючи на якість продукції. Внаслідок цього зі збільшенням вологості знижуються в'язкість тіста й міцність сирих виробів, збільшується їхня пластичність [4]

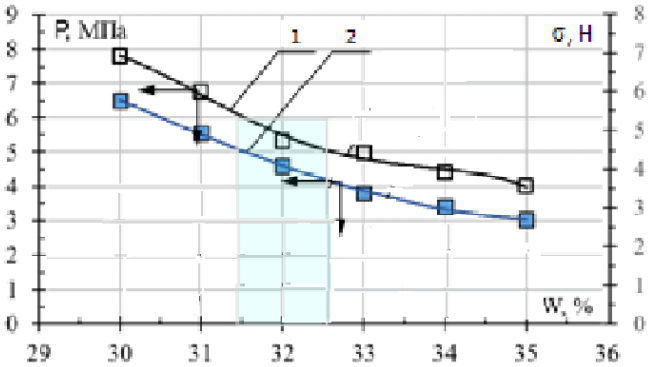



**Рис. 2. Залежність тиску випресування – 1 (без ультразвуку); 2 (з ультразвуком)**

***Висновки.*** Дослідженнями встановлено, що за вологості макаронного тіста 32%, та температури 45°С раціональним тиском пресування є 6±0,5МПа при застосуванні ультразвуку з амплітудою А=30 мкм, що сприяє підвищенню адгезійної міцності макаронного тіста, зменшенню грудкування тістової маси вологістю 32 %, підвищує швидкість пресування на 20 мм/с, що призводить до збільшення продуктивності макаронного преса.

***Список використаних джерел***

1. Денисенко С. А., Іващенко С. Г., Бардаков В. С., Муратов М. О. До питання розширення асортименту макаронних виробів на підприємствах малої потужності. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв” Харків: ДБТУ, 2021. С. 13–14.

2. Гурський П. В., Токолов Ю. І., Іващенко С. Г., Домніч М. І. Дослідження енерговитратності технологічного процесу помелу зерна. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2014. Вип. 152. С. 59–64.

3. Балдаев Р. В., Раджендран П. П. Применения ультразвука. М.: Техносфера, 2006. 576 с.

4. Гурський П. В., Богомолов О. В., Токолов Ю. І., Іващенко С. Г. Дослідження впливу ультразвуку на тиск пресування макаронного тіста. Збірник наукових праць ХНТУСГ №207 “Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв”, Харків: 2019. С. 80–87.

5. Кобыда Е. В. Интенсификация процессов прессования макаронных изделий в поле ультразвука Сб. тезисов докладов конгресса молодых учёных. СПб, 2014. Вып. 4. С. 92–94.