

## ПОТОЧНО-МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХАРИКОВ ЭКСТРУЗИЕЙ

Теличкун В.И  
Теличкун Ю.С.  
Губеня А.А.  
Десик Н.Г.

*Национальный университет пищевых технологий,  
Г. Киев, Украина.*

### **Аннотация.**

*Предложено способ производства хлебобулочных изделий, в котором процесс тесторазделки происходит в одном бродильно-формующем агрегате (экструдере). Это позволяет интенсифицировать процесс, уменьшить его энерго и металлоемкость. Проведены исследования, создано поточно-механизованную линию для производства сухариков. Рассмотрено формирование тестовых заготовок экструзией, выпечку и сушку сухарных шпал, их нарезание.*

### **PRODUCTION OF RUSKS BY EXTRUSION**

V. Telychkun  
Yu. Telychkun  
O.Gubenia  
M.Desik

*National university of food technologies, Kyiv, Ukraine.*

*The new method of production of rusks by extrusion and machine-apparatus chart of continuous production is offered. The method allows increasing the productivity of rusk's production, to reduce the quantity of the equipment. The development of yeast dough by extrusion, the baking, drying and slicing of rusks is researched and considered.*

### **Введение.**

Экструзия широко применяется в разных отраслях промышленности, включая пищевую. Это эффективный метод формования при организации поточного производства. В хлебопекарной промышленности процесс экструзии достаточно часто используется в качестве одного из элементов оборудования для разделки тестовых заготовок: как составная часть тестоделителей, при формовании макаронных и кондитерских изделий, соломки, пряников, сухарных плит и другое.

Нами предложен новый способ производства хлебобулочных изделий из дрожжевого теста [1], в котором весь процесс разделки происходит в одном бродильно-формующем агрегате (экструдере). Брожение теста и накопление углекислого газа, необходимого для разрыхления тестовых заготовок, осуществляется в закрытой емкости. Формование с одновременным разрыхлением

теста на выходе из матрицы осуществляется непосредственно на под тоннельной печи. Насыщенность теста углекислым газом, которая зависит от времени брожения теста в закрытой емкости, влияет на разрыхленность сформованного тестового жгута и, соответственно, на пористость выпеченных изделий.

Процесс экструдирования характеризуется некоторой критической величиной давления, которая соответствует переходу углекислого газа из растворенного состояния в газообразный. Давление экструдирования в значительной степени влияет на состояние и характер пористости сформованного тестового жгута. Когда давление экструдирования больше или равно критической величине, выделение углекислого газа происходит на выходе из канала, что способствует образованию большого количества центров газообразования и обуславливает мелкопористую структуру экструдата.

При насыщении теста углекислым газом уменьшается его вязкость, что дает возможность значительно снизить давление формования при достаточной скорости течения и снизить риск возникновения на поверхности кольцевых задиров, огрублений.

На структуру разрыхленности тестового жгута влияет не только абсолютная величина давления, но и характер его падения по длине канала. Увеличение скорости падения давления способствует увеличению количества пузырьков газа, которые образовались и, соответственно, к получению структуры с более мелкими порами.

Предложенный нами способ производства исключает последующую обработку тестового жгута после выхода из формующего канала, определяющего размеры и качественные показатели готовых изделий. В потоке возникают и продолжают действовать на выходе из канала напряжения нормальные к поверхности сдвига, которые приводят к увеличению поперечных размеров сформованного тестового жгута.

#### **Экспериментальная часть.**

Увеличение содержания углекислого газа и его выделение при экструдировании также способствует увеличению диаметра тестового жгута и коэффициента расширения, который определяли как отношение диаметра сформованного тестового жгута к диаметру канала.

Исследуя изменение диаметра тестового жгута от содержания газовой фазы, нами получена зависимость коэффициента расширения от содержания газовой фазы (рис. 1). С увеличением содержания газовой фазы в тесте увеличивается коэффициент расширения.

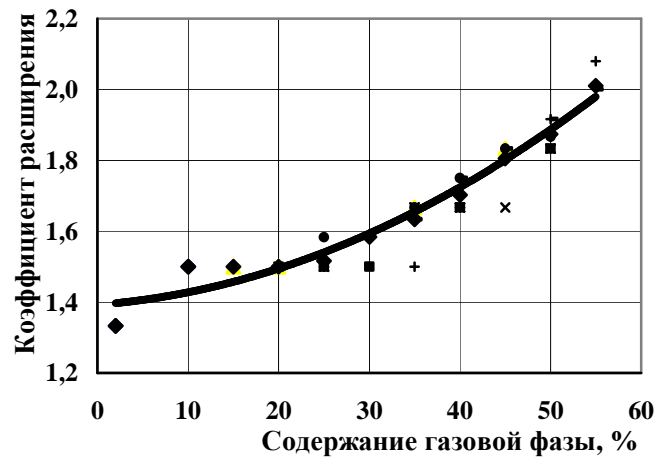


Рис.1. Зависимость коэффициента расширения от содержания газовой фазы.

Проведенные исследования позволяют рассматривать выброженное тесто как реальную двухфазную систему, учесть особенности его течения в формирующих каналах матриц, оптимизировать параметры и режим экструдирования.

Расширение ассортимента сухарных изделий и повышение спроса на сухарики небольшого диаметра обуславливает создание специализированных производств.

При традиционном способе производства формование сухарных плит осуществляется экструдированием, однако, дальнейшая расстойка на листах не позволяет использовать все преимущества данного способа формования, и требует использования ручного труда.

На основе проведенных исследований и используя предложенный способ производства, нами разработана поточно-механизованная линия для производства сухариков (рис.2)

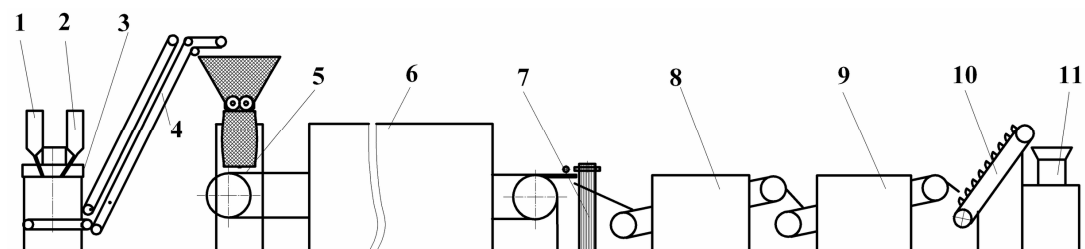


Рис. 2. Машино -аппаратурная схема производства сухариков:

1 – дозатор муки; 2 – дозатор жидких компонентов; 3 – тестомесильная машина; 4 – транспортер, 5 – бродильно-формирующий агрегат; 6 – печь ; 7 – резальная машина; 8 – камера для досушивания; 9 - охлаждающая камера; 10 – ковшовый элеватор; 11 – упаковочная машина.

Готовое тесто после замеса на тестомесильной машине периодического действия подается в бродильно – формирующий агрегат, на выходе из которого

тестовые заготовки разрыхляются и экструдуются непосредственно на под тоннельной печи.

Разделка тестовых жгутов осуществляется на разработанном нами бродильно-формующем агрегате (БФА) рис.3, который состоит из приёмной воронки 1, нагнетателя теста 2, емкости для брожения теста 3, формующей матрицы 4, шибера 5, манометра 6, патрубков подачи сжатого воздуха 7 .

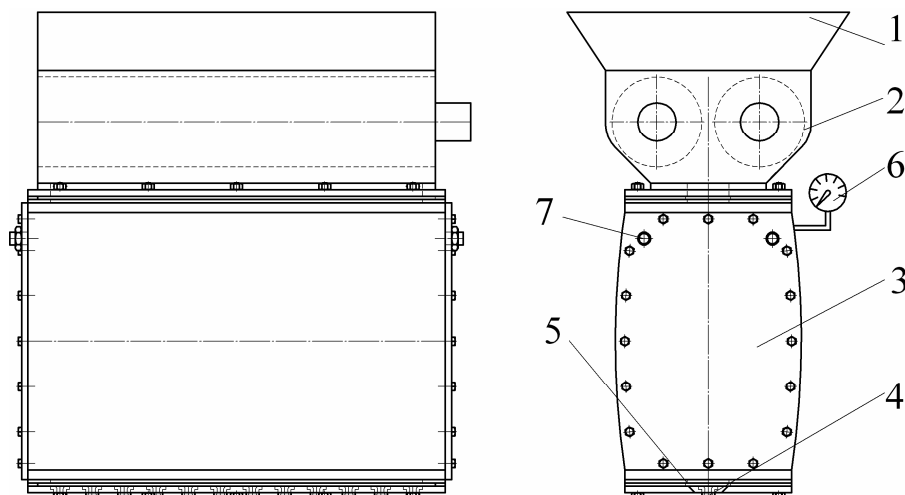


Рис.3. Бродильно-формующий агрегат.

Разрыхление тестовых заготовок происходит на выходе из формующего отверстия за счет углекислого газа, который накопился при брожении в емкости агрегата.

Применение БФА позволяет заменить многофункциональное, громоздкое оборудование для деления, формования и расстойки одним агрегатом .

При выпечке сухарных шпал небольшого диаметра целесообразно совместить процессы выпекания и частичного высушивания сухарной плиты.

Нарезание сухариков осуществляется после выпечки – сушки в потоке на хлебрезальной машине без предварительного охлаждения. Нами исследовано изменение структурно-механические свойства сухарной плиты в процессе остывания. Получено зависимости  $\sigma = f(\Delta)$ , где  $\sigma$  - напряжение в продукте, кПа;  $\Delta$  - относительная деформация, % (рис.4).

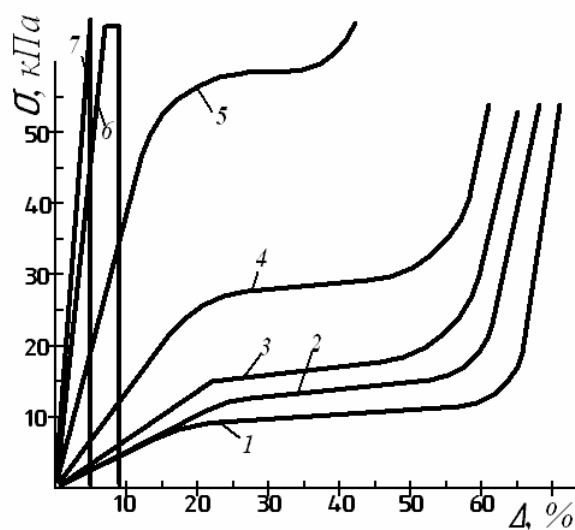


Рис. 4. Зависимость напряжения от относительной деформации для мякиша сахарной шпалы при высушивании 1-0; 2-15; 3-30. мин в печи и охлаждении после высушивания 4-5; 5-10; 6-15; 7-20 мин.

Зависимость позволяет установить, как изменяются свойства мякиша сахарной плиты при высушивании (кривые 1,2,3), и дальнейшем выдерживании до 20 мин. в условиях производственного цеха (кривые 4- 7). Кривая 3 получена для сахарной плиты на выходе с печи (время высушивания 30 мин.) без охлаждения.

На графиках можно выделить 3 зоны деформации: упругой, вязко-упругой и пластической. Граница упругой относительной деформации в процессе высушивания и охлаждения уменьшается с 25 до 5%, превышение которой ведет к потере потребительских свойств сухариков. При охлаждении после высушивания более 5 мин вследствие перераспределения влаги сахарная плита быстро твердеет, становится хрупкой (кривые 6, 7, характеризующие разрушение продукта без пластических деформаций). При таких условиях нарезать продукт невозможно: продукт разрушается раньше, чем напряжение резания под кромкой лезвия достигнет граничных значений. Рациональное время охлаждения сахарной плиты между высушиванием и резанием – не более 10 мин.

На усилие резания и качество поверхности среза упруго-вязко-пластичных продуктов влияет скорость движения лезвия.

Нами установлено, что при увеличении скорости движения лезвия до 4 м/с усилие резания возрастает и достигает экстремума (рис.5). При дальнейшем увеличении скорости усилие резания уменьшается. Это объясняется тем, что при высоких скоростях резания уменьшается деформация продукта под кромкой лезвия, и, соответственно, составляющая на деформацию от общего усилия резания. Поэтому нарезание сахарной шпалы при скоростях более 4 м/с приводит к уменьшению энергозатрат резания и повышению качества процесса, продукт не заминается под кромкой лезвия.

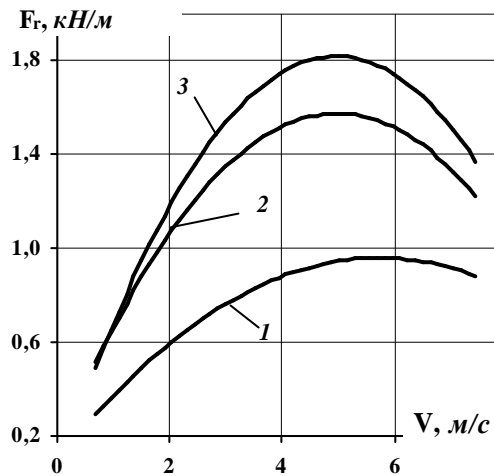


Рис. 5. Влияние скорости резания на усилие резания мякша сахарной шпалы при времени охлаждения, мин: 1 – 0; 2 – 5; 3 – 10.

Усилие резания корочки по сравнению с мякшем больше в 8-10 раз, и не уменьшается при высоких скоростях резания.

Для обеспечения нарезания сахарной плиты в потоке нами разработана конструкция резальной машины, в которой сахарная шпала нарезается бесконечным ленточным зубчатым ножом, движущимся между двумя шкивами. Шкивы закреплены на траверсе и совершают возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости, отрезая кусочки сахарной плиты.

Даная конструкция позволяет задать необходимый диапазон скоростей (скорость ножа – более 4 м/с, скорость подачи – 5 см/с).

**Заключение.** Проведенные исследования процесса производства сухариков, а именно, экструдирования дрожжевого теста, выпечки-сушки и резания сахарных плит позволили усовершенствовать процесс и создать поточно-механизованную линию производства сухариков. Эффект работы линии в сравнении с существующими заключается в увеличении производительности производства, обеспечении его поточности, снижении количества промежуточного оборудования, повышении качества готовой продукции.

#### Литература

1. Патент № 24301, Україна. Спосіб виробництва сухарів /Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О. Заявлено 13.02.2007, Опубліковано 25.06.2007, Бюл. №8.

2. Губеня О.О. Удосконалення процесу різання хліба з врахуванням впливу його структурно-механічних властивостей: автореф. дис. канд. техн. наук, спец. 05.18.12 „Процеси та обл. харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв”. - Київ, 2008. - 21 с.

Автора:

Теличкун Владимир Иванович (кандидат технических наук, доцент)  
Теличкун Юлия Станиславовна, ассистент  
Губеня Алексей Александрович, кандидат технических наук, ассистент  
Десик Николай Григорьевич, аспирант

*Национальный университет пищевых технологий,  
кафедра машин и аппаратов пищевых производств.*  
ул. Владимирская, 68.  
г. Киев  
**Ukraine**

Телефон: (38 044) 287-97-69

Е-mail: [Gubena@meta.ua](mailto:Gubena@meta.ua)  
(Губеня Алексей Александрович)