

УДК 634.2.004.12-035.27

Антропова Л.Н.

Миронова Н.А.

(Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского)

РАССМОТРЕНИЕ ПРОЦЕССА ЗАМЕСА ТЕСТА В ШНЕКОВЫХ МАКАРОННЫХ ПРЕССАХ

У статті представлено теоретичне розглядання процесу замісу тіста на основі огляду літературних джерел, представлена формула для визначення коефіцієнту неоднорідності.

The paper presents a theoretical examination process batch of dough, reviewing the literature, presented a formula to determine the coefficient of heterogeneity.

Вступ

Макаронные изделия универсальный и широкораспространенный продукт питания. Производство макаронных изделий осуществляется на макаронных прессах, сочетающих два процесса: смешивание и прессование, в результате которых происходит формирование структуры макаронных изделий, в большой степени обеспечивающей качество получаемого продукта. Технологические режимы проведения данных процессов зависят от состава мучного сырья, соотношение основных компонентов которого может меняться.

Основна частина

Макаронное тесто по своему составу является самым простым из всех видов теста, употребляемого для производства мучных изделий (хлебного, бисквитного и т. п.). Главными и в большинстве случаев единственными компонентами его являются мука и вода. Внесение же в тесто добавок практически не меняет его свойств.

При замесе макаронного теста добавляют гораздо меньше воды, чем при замесе, например хлебного теста. Это количество составляет примерно половину того, которое могут поглотить основные химические компоненты муки — крахмал и белки. Поэтому макаронное тесто после замеса представляет собой сыпучую массу увлажненных комков и крошек, а не связанную пластичную массу, что обычно подразумевают под словом «тесто». Связанное пластичное тесто получается из этой сыпучей массы после дальнейшей доработки -уплотнения ее под большим давлением в шнековой камере макаронного пресса.

В макаронном производстве в зависимости от ряда факторов используют несколько видов замеса теста.

В зависимости от влажности замешиваемого теста различают три вида замеса: твердый - при влажности теста от 28 до 29%; средний - при влажности теста от 29,1 до 31 %; мягкий - при влажности теста от 31,1 до 32,5 % [1,2,3].

Чем выше влажность теста, т. е. чем больше воды добавляют при замесе, тем быстрее и равномернее увлажняются все частицы муки. Такое тесто легче поддается уплотнению и формованию. С другой стороны, менее влажное тесто имеет крошковатую структуру без крупных комков. Оно легко проходит через перепускное отверстие в шнековую камеру, хорошо заполняет межвитковое пространство прессующего шнека. Несмотря на то, что такое тесто

требует большей энергии на уплотнение и продавливание через отверстия матрицы, оно дает сырые изделия, хорошо сохраняющие форму, немнущиеся и не слипающиеся между собой. Каковы же главные факторы, обуславливающие применение того или иного вида замеса с учетом влажности?

При использовании муки с низким содержанием клейковины желательно применять мягкий замес, а если клейковина муки липкая, тянущаяся – твердый.

При изготовлении коротких изделий и макарон с кассетной сушкой для предотвращения слипания изделий между собой во время сушки лучше применять твердый или средний замес.

При производстве длинных изделий с подвесной сушкой (на Бастунах) для придания изделиям большей пластичности, исключаяющей растрескивание сырых изделий в местах перегиба на бастунах, применяют средний или мягкий замес. При этом при использовании полукрупки или хлебопекарной муки влажность теста должна быть на 1-1,5 % выше, чем при использовании крупки.

В зависимости от температуры воды, добавляемой при замесе макаронного теста, различают также три вида замеса: горячий - при температуре воды 75-85°C; теплый - при температуре воды 55-65°C; холодный - при температуре воды ниже 30°C [4,5,6].

Наиболее часто используют теплый замес, а горячий и холодный при современных способах производства макаронных изделий практически не применяют. Однако при замесе теста с яичными или молочными добавками необходимо использовать воду температурой не выше 40-45°C во избежание свертывания белков и образования хлопьевидного осадка.

В процессе замеса теста происходит постепенное набухание крахмальных зерен и белковых веществ муки, а также равномерное распределение влаги по всей массе теста.

В первые минуты соприкосновения муки и воды основная масса воды поглощается крахмалом. При дальнейшем перемешивании идет постепенное «оттягивание» части влаги белковыми веществами муки, которые связывают ее не только адсорбционно, но и осмотически. Именно осмотическое связывание воды приводит к набуханию белков. Однако в связи с дефицитом влаги полного формирования клейковины частично увлажненными белками не происходит. Поэтому макаронное тесто даже после длительного смешивания ингредиентов представляет собой сыпучую массу отдельных комков и крошек. Клеящие, связующие свойства частично сформированной при замесе теста клейковины проявляются лишь при дальнейшей обработке теста – при его уплотнении в шнековой камере прессы.

При замесе теста из крупитчатой муки требуется более продолжительное вымешивание, чем при замесе теста из порошкообразной муки, поскольку проникновение влаги внутрь плотных крупинок происходит значительно медленнее, чем внутрь крупных частиц. Вследствие этого продолжительность замеса при изготовлении изделий из крупки должна быть около 20 мин. Такая продолжительность обеспечивается в многокорытных тестосмесителях (прессы серии ЛПШ). В однокорытных прессах ЛПЛ-2М продолжительность замеса составляет 8...9 мин, поэтому влага не успевает равномерно распределиться по всей массе теста, приготовленного из крупки, и изделия имеют на поверхности следы непромеса – неувлажненные крупинки светлого цвета, ухудшающие внешний вид продукта. Поэтому при работе на однокорытных прессах целесообразнее использовать в качестве мучного сырья полукрупку и хлебопекарную муку.

Возможные дефекты макаронного теста связаны главным образом с недостаточной либо чрезмерной влажностью теста: в первом случае тесто имеет крошковатую структуру с множеством неувлажненных крупинок, во втором – крупнокомковатую структуру, вследствие чего плохо проходит в выходное отверстие корыта, налипает на его вал.

Как показано на рисунке 1 процесс смешивания состоит из трех элементарных процессов [7,8,9].

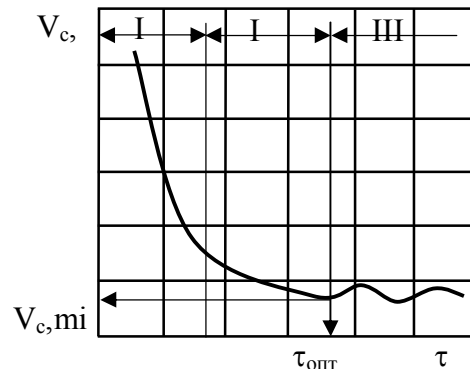


Рис. 1. - Характер изменения коэффициента неоднородности смеси от продолжительности смешивания

Где: I - конвективное смешивание - перемещение группы смежных частиц из одного места в другое внедрением, скольжением слоев;

II - диффузионное смешивание - постепенное распределение частиц через границу их раздела;

III - сегрегация - сосредоточение частиц, близких по массе и размерам в соответствующих участках смесителя под действием инерционных и гравитационных сил.

Процесс сегрегации по своему действию на смесь противоположен первым двум процессам: он ухудшает качество смеси. При перемешивании частиц в смесителе одновременно протекают все три элементарных процесса.

$$k = f_n(t) - f_0(t), \quad (1)$$

где k – показатель однородности смеси;

$f_n(t)$, $f_0(t)$ – функции, характеризующие прямой (конвективное и диффузионное смешивание) и обратный (сегрегация) процессы.

Г.М. Кукта [10,11,12] предлагает следующее уравнение для описания процесса смешивания:

$$\sigma = \sigma_a + (\sigma_0 - \sigma_a) \cdot e^{-t/\tau} \quad (2)$$

Где: σ - текущее значение среднеекватического отклонения концентрации контрольного компонента в пробах;

σ_0 , σ_a - начальное и конечное значения среднеекватического отклонения концентрации контрольного компонента;

τ - коэффициент, пропорциональности, имеющий размерность времени и характеризующий интенсивность работы смесителя, его конструктивные особенности, состояние и способность компонентов к смешиванию.

В большинстве моделей по смешиванию одним из основных факторов, влияющих на качество смеси, является скорость смешивания, которая в свою очередь зависит от осевой скорости перемещения материала в смесителе. Так в работе [13] получено следующее выражение осевой скорости перемещения материала в лопастном смесителе.

$$v_0 = \psi_1 \psi_2 S \omega (k_{лш} - 1) \frac{\sin \alpha_{шш} \cos(\alpha_{шш} + \theta_2)}{\cos \theta_2} \quad (3)$$

Где: $k_{лш}$ – количество лопастей на один шаг;

ψ_1 – коэффициент, учитывающий поворачивание массы в U-образном корпусе;

ψ_2 – коэффициент, учитывающий разрыв винтовой поверхности;

S – шаг винтовой поверхности, м;

$\alpha_{\text{шн}}$ – угол подъема винтовой линии, град.;

θ_2 – угол трения корма о лопасть, град.;

ω – угловая скорость вращения лопастного вала, с^{-1} .

Если коэффициент ψ_2 можно представить как отношение поверхностей лопастей в одном шаге, то определение коэффициента ψ_1 производится экспериментальным путем, что усложняет использование выражения (3).

Эффективность смешивания оценивают таким показателем, как однородность полученной смеси, а для количественной оценки используют коэффициент неоднородности. Практически однородной считается смесь, в которой содержание компонентов в любом ее объеме не отличается от заданного содержания для всей смеси [5].

На эффективность смешивания влияют плотность исходных компонентов, гранулометрический состав (форма, размеры, дисперсионное распределение по степени крупности для неоднородных компонентов) частиц компонентов смеси, влажность компонентов, состояние поверхности частиц, силы трения и адгезии поверхностей частиц и т.д. [9].

Для определения степени однородности полученной смеси выделяют один основной компонент, а остальные объединяют в другой условный компонент. При этом полагают, что если основной компонент смеси распределен равномерно, то и все остальные компоненты также распределены удовлетворительно [6].

Коэффициент неоднородности смеси k_c (%) представляет собой отношение содержания основного компонента к его средней массовой доле смеси:

$$k_c = 100(\sigma_c / c_{\text{ср}}) = (100 / c_{\text{ср}}) \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i - c_{\text{ср}})^2 / (n-1)} \quad (4)$$

Где σ_c – среднее квадратичное отклонение содержания основного компонента, %;

$c_{\text{ср}}$ – средняя массовая доля основного компонента в смеси, %;

c_i – массовая доля основного компонента в i - пробе, %;

n - число проб.

Чем меньше k_c , тем равномернее смесь, что характеризует эффективность работы смесителей, при $k_c < 10\%$ эффективность смеси считается хорошей. При большей разнице в плотности и гранулометрическом составе компонентов достижение необходимой степени смешивания затруднено и требует значительного времени [14,15,16].

Перспективами дальнейшей работы является проведение экспериментальных исследований на шнековом макаронном прессе для определения оптимальных параметров процесса замеса макаронного теста.

Література

1. Хромеевков В.М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик. – СПб.: ГИОРД, 2003 – 496 с.
2. Драгилев А.И., Дроздов В.С. Технологические машины и аппараты пищевых производств. – М.: Колос, 1999. – 376.
3. Медведев Г.М. Технология макаронного производства. – М.: Пищевая промышленность, 2003. – 399 с.
4. Чернов М.Е. Оборудование предприятий макаронной промышленности. – М.: Агрпроммиздат, 1988. – 263 с.
5. Медведев, Г.М. Технология макаронного производства / Г.М. Медведев. - М.: Колос, 1998. - 272с.
6. Назаров, Н.И. Технология макаронных изделий / Н.И. Назаров. - М.: Пищевая промышленность, 1988. -287с.
7. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков. - М.: Высш. шк., 2001. - Кн. 1. - 703с.
8. Дудников Е.Г., Балакирев В.С., Кривсуиов В.Н., Цирлин А.М. Построение математических моделей химико-технологических объектов / Е.Г. Дудников, В.С. Балакирев, В.Н. Кривсуиов, А.М. Цирлин. - М.: Химия, 1970. - 312с.
9. Макаров, Ю.И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов / Ю.И. Макаров. - М.: Машиностроение. - 1973. - 365с.



10. Кукта, Г.М. *Машины и оборудование для приготовления кормов* /Г.М. Кукта. - М.: Агропромиздат, 1987. - 303 с.
11. Кукта, Г.М. *Технологические и технические основы механизированных процессов приготовления кормов в условиях интенсификации животноводства: авт. дис. д-ра техн. наук: 05.12.06* / Г.М. Кукта - Киев, 1979. - 39 с.
12. Кукта, Г.М. *Технология переработки и приготовления кормов* / Г.М. Кукта. - М.: Агропромиздат, 1986. - 303 с.
13. Костин, Н.Н. *Изучение процесса перемешивания. Определение скорости движения жидкости в аппаратах с пропеллерной мешалкой* / Н.Н. Костин, И.С. Павлушенко. - Сб. трудов ЛТИ: Госхимиздат. - 1957.- Вып. XVI. - С. 131 -141.
14. Егоров, Г.А. *Управление технологическими свойствами зерна* / Г.А. Егоров. - Воронеж: ВГУ, 2000. - 334 с.
15. Егоров, Г.А. *Технология муки и крупы* / Г.А. Егоров, Т.П. Петренко. - М.: ИКМГУПП, 1999.-336с.
16. Малин, И.И. *Теоретические основы технологических процессов переработки зерна* / И.И. Малин, Т.И. Веселовская. - М.: Хлебпродинформ, 2001. -109с.