

УДК 664.653.8.016.8

Применение методов реологии для стабилизации консистенции ржано-пшеничного теста при использовании дополнительного сырья

Андреев А.Н., andreevanatoly@yandex.ru, Виноградов Ю.А., vin85@rambler.ru

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий

Рассмотрены особенности ржано-пшеничного теста, как объекта для стабилизации реологических свойств. Установлена зависимость величины предельного напряжения сдвига теста от дозировки масла подсолнечного и сахара-песка. Полученные уравнения могут быть использованы при разработке нового ассортимента ржано-пшеничных сортов хлеба.

Ключевые слова: ржано-пшеничное тесто, предельное напряжение сдвига, консистенция, дополнительное сырье.

Application of methods of a rheology for stabilization of a consistence of the rye-wheaten dough at use of additional raw materials

Andreyev A.N., andreevanatoly@yandex.ru, Vinogradov U.A., vin85@rambler.ru

Saint-Petersburg State University of Refrigeration
and Food Engineering

Features of the rye-wheaten dough are investigated. Dependence of size of a limit of fluidity dough from a dosage of oil sunflower and granulated sugar is defined. The received equations can be used by working out of new assortment of rye-wheaten grades of bread.

Keywords: rye-wheaten dough, limit of fluidity of the dough, consistence, additional raw materials.

Одной из тенденций развития хлебопекарной промышленности, является всемерное удовлетворение потребностей людей в ассортименте хлебобулочных изделий с использованием ржаной муки. Известно, что благодаря особенностям ржаной муки хлеб из неё более полезен, по сравнению с хлебом из пшеничной муки. В ржаной муке больше, чем в пшеничной железа, магния и калия, витаминов группы В и РР, а также богаче набор незаменимых аминокислот [1,2]. Не менее важными проблемами являются гарантированное качество продукции, снижение затрат на производство путем уменьшения ручного труда, сбережение сырья и энергии, а также экономия вспомогательных средств [3].

Однако, как в процессе тестоприготовления на производстве, так и при разработке новых рецептов в лабораторных условиях возникает ряд сложностей, связанных со стабилизацией консистенции ржано-пшеничного теста при добавлении дополнительного сырья. Во время исследований возникают трудности связанные со стабильностью результата и его повторяемостью. Это проявляется в том, что промежуточные показатели качества конечного продукта – хлеба, в значительной мере зависят от реологических свойств и поведения ржаного или ржано-пшеничного теста [4,5].

Различия в биохимическом составе ржаной и пшеничной муки оказывают существенное влияние на их хлебопекарные свойства, поэтому специфика и способы приготовления ржаного теста значительно отличаются от пшеничного. Ржаное тесто имеет высокую вязкость, пластичность и низкую способность к растяжению. Белки ржаной муки, несмотря на содержание в них глиадиновой и глютеиновой фракций, не образуют такого губчатого клейковинного каркаса, как белки пшеничной муки. В тесте белки ржаной муки быстро неограниченно набухают, пептизируются и переходят в состояние вязкого коллоидного раствора, его реологические свойства определяются в основном состоянием жидкой фазы. Такое тесто, кроме вязкости, обладает значительной липкостью [5]. Поэтому введение дополнительного сырья в ржаное или ржано-пшеничное тесто может привести к значительному изменению консистенции и других реологических характеристик теста, что отрицательно повлияет на процессы разделки теста и выпечки изделий. В результате это скажется на качестве готовой продукции, приведет к потерям сырья, увеличит отходы производства и энергозатраты.

Целью данной работы было применение методов реологии для контроля и стабилизации консистенции ржано-пшеничного теста при использовании дополнительного сырья.

В работе изучали изменения величины предельного напряжения сдвига (ПНС) ржано-пшеничного теста нормальной консистенции при добавлении масла подсолнечного рафинированного дезодорированного и сахара-песка и зависимости предельного напряжения сдвига от дозировки дополнительного сырья.

Объектами исследования служили образцы ржано-пшеничного теста приготовленные по рецептуре хлеба дарницкого с добавлением масла подсолнечного рафинированного дезодорированного «Высший сорт» или сахара-песка [6]. Использовали муку ржаную хлебопекарную обдирную (ГОСТ Р 52809-2007) и пшеничную хлебопекарную первого сорта (ГОСТ Р 52189-2003). Всё сырьё соответствовало требованиям нормативной документации принятой в хлебопечении. Консистенцию теста определяли по величине предельного напряжения сдвига на приборе "Labor-365"[3].

По результатам лабораторных выпечек была определена оптимальная рецептура и дозировка воды, при которой ржано-пшеничное тесто не было липким, хорошо поддавалось ручной разделке, тестовые заготовки обладали хорошей формоустойчивостью при расстойке и выпечке. Значение предельного напряжения сдвига образцов после замеса по этой рецептуре равнялось в среднем $5,95 \cdot 10^{-2}$ Па.

Дозировку масла подсолнечного и сахара-песка изменяли в интервале 0 – 15 % от массы муки. Дозировка воды в образцах с дополнительным сырьём была равна дозировке по оптимальной рецептуре. Значения предельного напряжения сдвига образцов ржано-пшеничного с различными дозировками сахара-песка и масла подсолнечного представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Влияние дозировки сырья на предельное напряжение сдвига и влажность ржано-пшеничного теста

Дозировка сырья, %			Показатели теста	
Дозировка воды	Дозировка масла	Дозировка сахара	Влажность, %	Предельное напряжение сдвига, Па*10 ⁻²
-5,0	0	0	45,5	7,40
-2,0	0	0	46,6	6,65

0	0	0	47,2	5,95
2,0	0	0	47,8	5,25
5,0	0	0	48,6	4,39
7,5	0	0	49,4	3,27
10,0	0	0	50,2	2,60
0	2,0	0	46,7	5,81
0	5,0	0	45,8	5,27
0	7,5	0	45,3	5,00
0	10,0	0	44,5	4,48
0	15,0	0	43,4	3,54
0	0	2,0	46,6	5,85
0	0	5,0	45,8	5,68
0	0	7,5	45,2	5,33
0	0	10,0	44,5	5,18
0	0	15,0	43,2	4,72

Математическая обработка полученных данных средствами программы Microsoft Excel позволила получить графики зависимостей предельного напряжения сдвига теста от дозировки воды, масла подсолнечного и сахара-песка (рис.1).

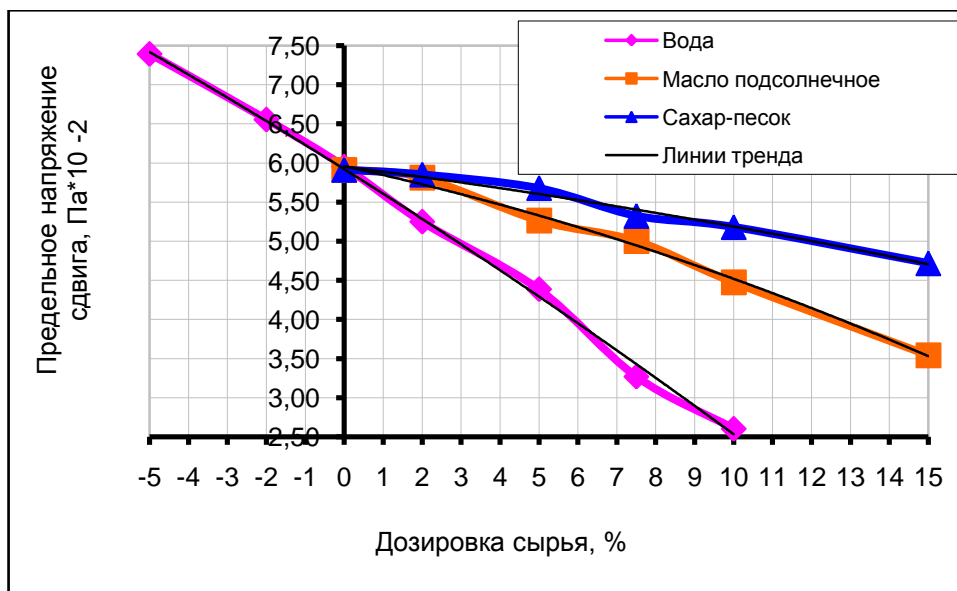


Рис.1. Зависимость предельного напряжения сдвига ржано-пшеничного теста от дозировки воды, масла подсолнечного и сахара-песка

На кривой зависимости ПНС от дозировки воды, значение ноль по оси “х” соответствует образцу теста, приготовленному по оптимальной рецептуре.

По характеру кривых из рис.1 видно, что наибольшее влияние на консистенцию теста оказывает изменение дозировки воды. Увеличение дозировки воды на 2,0 % снижает значение ПНС ржано-пшеничного теста на 12 %, что затрудняет разделку теста (увеличивает продолжительность округления тестовых заготовок, требует подпыла мукой для уменьшения липкости теста).

При увеличении дозировки воды на 5,0 % и более величина ПНС ржано-пшеничного теста уменьшается на 26,4 %, что ухудшает не только разделку теста, но и на качестве готового изделия. Хлеб формовой из теста с такой консистенцией, приготовленный с сохранением обычных технологических режимов получится меньшего объема и с низкой пористостью. (3)

Не соблюдение оптимальной влажности ржано-пшеничного теста на производстве может отрицательно повлиять на процессы деления теста (неточность массы тестовых заготовок) и округления тестовых заготовок (из-за повышения вязкости и липкости теста, замазывания рабочих поверхностей тестоделителя). При расстойке возможна расплываемость и плохая формоустойчивость тестовых заготовок. При выпечке такой хлеб будет также иметь низкий удельный объем и плотный мякиш. Все это может привести к непроизводительному расходу сырья, увеличению брака, отходов производства и ресурсопотребления.

В меньшей степени на консистенцию ржано-пшеничного теста влияет изменение дозировки сахара. Так при дозировке 2,0 и 5,0 % сахара-песка значение величины ПНС изменилось менее чем на 4,0 %. При дозировке 10,0

% сахара-песка значение величины ПНС уменьшилось на 12,4 %, что приводит к снижению консистенции и повышению вязко-пластичных свойств. Вероятно, это происходит в результате увеличения осмотического давления теста и, как следствие, перераспределения свободной и связанной воды.

Построение линий тренда и математическая обработка средствами программы Microsoft Excel позволила получить уравнения зависимостей ПНС от дозировки дополнительного сырья (табл. 2).

Таблица 2.

Уравнения зависимостей предельного напряжения сдвига от дозировки воды, масла подсолнечного и сахара-песка

Наименование сырья	Уравнение линии тренда	Коэффициент достоверности (R^2)
Вода	$y = - 0,0026x^2 - 0,3126x + 5,9215$	0,9977
Масло подсолнечное	$y = - 0,0036x^2 - 0,1078x + 5,9585$	0,9953
Сахар-песок	$y = - 0,0013x^2 - 0,0632x + 5,952$	0,9861

В целях регулирования реологических свойств теста необходимо установить, насколько изменения дозировки масла подсолнечного и сахара-песка эквивалентны изменениям дозировки воды. В приведенных уравнениях линий тренда значения “х” – дозировка воды или дополнительного сырья, “у” – значение величины ПНС. Если ввести условие постоянства реологических свойств теста и рассмотреть вышеописанные уравнения для случая, когда $y(\text{вода}) = y(\text{масло})$, а также $y(\text{вода}) = y(\text{сахар-песок})$, то получим следующие математические выражения:

– уравнение компенсации дозировки воды при добавлении в тесто масла подсолнечного.

$$X_B = 1,176 * \sqrt{(X_M + 14,97)^2 + 2375,59} - 60,11 \quad (1)$$

где X_M – количество масла, в % от массе муки,

X_B – количество воды, эквивалентное количеству масла подсолнечного (X_M) по воздействию на показатель ПНС, в % от массы муки.

– уравнение компенсации дозировки воды при добавлении в тесто сахара-песка

$$X_B = 0,7071 * \sqrt{(X_C + 24,31)^2 + 6613,40} - 60,11 \quad (2)$$

где X_C – количество сахара в % от массе муки,

X_B – количество воды эквивалентное количеству сахара-песка (X_C) по воздействию на показатель ПНС, в % от массы муки.

На рис. 2 представлены результаты по определению соответствия изменения дозировок воды и дозировок дополнительного сырья, при условии сохранения значения ПНС теста постоянным.

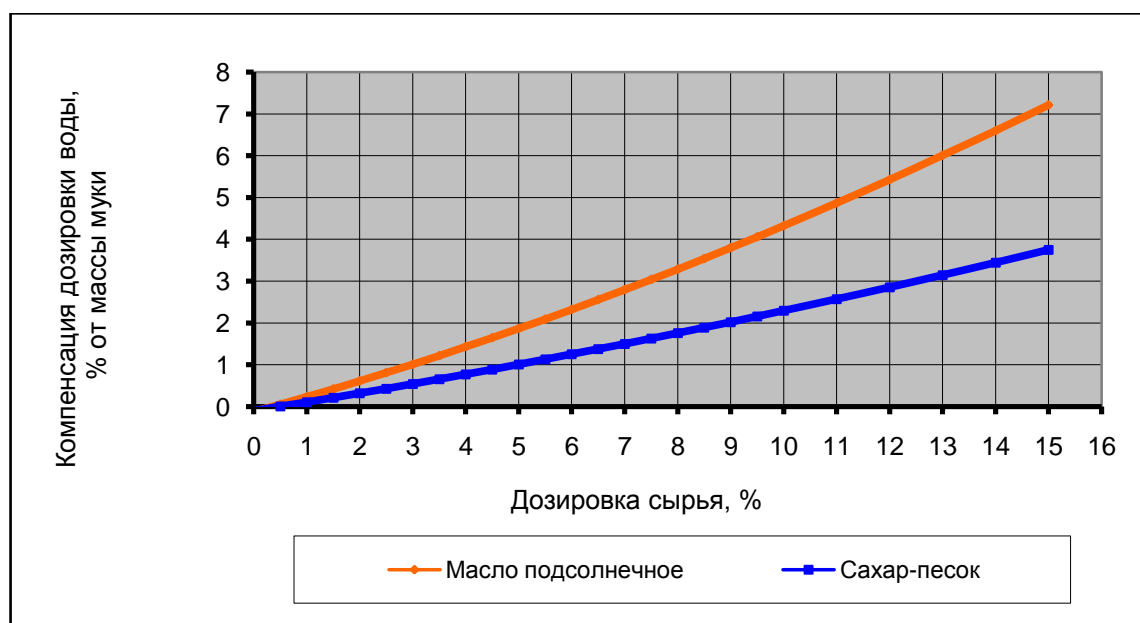


Рис. 2. Графики зависимостей дозировки воды от дозировки дополнительного сырья

Из полученных кривых видно, что для сохранения консистенции теста при добавлении масла подсолнечного или сахара-песка требуется снижать дозировку воды. Необходимость в компенсации дозировки воды возрастает с увеличением дозировки дополнительного сырья. Так при добавлении 12,5 % сахара-песка или 7,5 % масла подсолнечного потребуется компенсация воды на 3,0 %. Количество требуемой воды при различной дозировке сырья можно рассчитать из уравнений (1) и (2).

Исследовано влияние масла подсолнечного на ПНС ржано-пшеничного теста. Изменение консистенции теста при добавлении масла подсолнечного происходит не пропорционально добавлению такого же количества воды.

Так, добавление 2,0 % масла требует компенсации 0,61 % воды (30,5 %), а добавление 15,0 % масла – 7,21 % воды (48%).

Снижение величины ПНС ржано-пшеничного теста при добавлении 10,0 % и более сахара-песка нужно учитывать при определении оптимальной влажности теста, необходимой для получения теста нормальной консистенции.

Выводы:

1. Для стабилизации консистенции ржано-пшеничного теста при добавлении в рецептуру дополнительного сырья может быть использована величина предельного напряжения сдвига теста.

2. Установлено, что при добавлении масла подсолнечного и сахара-песка для сохранения оптимальной консистенции ржано-пшеничного теста необходимо корректировать дозировку воды, с учетом свойств и вида сырья.

3. Предложены уравнения зависимостей дозировки воды от дозировки масла подсолнечного и сахара-песка, которые могут быть использованы при нахождении рациональных технологических режимов тестоприготовления в лабораторных и производственных условиях, а также при разработке нового ассортимента ржано-пшеничных сортов хлебобулочных изделий.

Список литературы

1. Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть I. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.
2. Андреев А.Н. Контроль качества сырья в хлебопекарном производстве. Учебное пособие.– СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. - 180 с.
3. Андреев А.Н. Способы замедления черствения хлеба с учетом свойств отечественного сырья. М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1993. – 42 с.
4. Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции.– СПб.: ГИОРД, 2009.– 448 с.
5. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. С.-Петербург. фил. Гос. НИИ хлебопекар. пром-сти (СПб.Ф ГосНИИХП). - СПб. : Береста, 2003. – 250 с.
6. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 430 с.