

ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Известия ТСХА, выпуск 5, 2013 год

УДК 664.6/7

ВЛИЯНИЕ СОСТАВНЫХ КОМПОНЕНТОВ РЕЦЕПТУРЫ НА КАЧЕСТВО ДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА

А.Т. ВАСЮКОВА¹, Т.С. ЖИЛИНА¹, О.А. ХЛЕБНИКОВА¹,
А.И. БЕЛЕНКОВ², В.Ф. ПУЧКОВА³

(¹ Российский университет кооперации, ² РГАУ-МСХА имени КА. Тимирязева,
³ Смоленский гуманитарный университет)

Хлеб и хлебобулочные изделия - неотъемлемая часть рациона любого человека. Возможно, в силу определенных традиций в России хлеб играет еще большую роль, чем в других странах. Но, несмотря на многообразие и огромный ассортимент хлебобулочных изделий (более 100 сортов хлеба), по-настоящему вкусный и здоровый хлеб найти очень нелегко. Хлебобулочные изделия занимают одно из ведущих мест в питании населения нашей страны. Расширение ассортимента этой новой конкурентоспособной продукции в современных условиях является важной народно-хозяйственной задачей. Наиболее эффективно ее можно решить за счет использования современных технологий, рекомендуемых к применению в предприятиях общественного питания или пищевой промышленности, позволяющих получить продукт высокого ассортиментного качества при низких затратах на его производство.

Применительно к выпуску хлебобулочных изделий это означает использование интенсивных технологий, позволяющих увеличить объем производимой продукции, расширение ассортимента, повышение качества, снижение стоимости продукции за счет сокращения длительных стадий тестоприготовления. Для изделий из дрожжевого теста наиболее длительным и значимым этапом тестоприготовления является брожение.

Авторами решены основные задачи: были получены и подготовлены к процессу брожения различные солодовые препараты на основе зернового и бобового сырья, установлены оптимальные концентрации компонентов, входящих в опару, выявлено влияние дополнительного сырья, определена продолжительность брожения в новых условиях. На основании полученных данных можно отметить полезность и общепризнанность интенсивного и продолжительного замеса для сокращения периода брожения теста. Впервые проведены опыты по выявлению воздействия соли и сахара на интенсивность бродильного процесса опары. В результате исследований установлено, что добавление соли в опару приводит к большей интенсификации процесса брожения, чем сахара. Кроме того, в зависимости от ферментной активности отдельных видов солода процесс брожения опары сокращается почти в 2 раза, что сказывается на качестве.

Ключевые слова: составные компоненты, качество, дрожжевое тесто, ферменты, помол муки, ароматические и вкусовые вещества, органолептическая оценка, выпечка изделий.

Производство сдобных изделий связано с повышенными требованиями к качеству сырья, выбором рациональных схем и режимов тестоприготовления, с трудоемкими ручными операциями — разделка тестовых заготовок, отделка полуфабрикатов и готовой продукции. Для правильного ведения технологического процесса необходимы специальные знания, учитывающие специфические секреты и особые приемы приготовления сдобных изделий. Так, в традиционном технологическом процессе

при отсдобке теста, т.е. добавлении в процессе брожения сдобящих веществ (жир, сахар), введение их рекомендуется через 15-20 мин после замеса (при первой обминке), для того чтобы жир и сахар не угнетали дрожжи в свежемешанном тесте. После всех вышеперечисленных технических приемов замешанное (уже готовое) тесто оставляют в спокойном состоянии оставшееся время до разделки [1].

Таким образом, одним из основных ингредиентов, используемых в хлебопекарном производстве, являются дрожжи. Способы активации дрожжей продолжают оставаться предметом исследований. Например, в хлебопекарном производстве используются специально селекционированные осмолементарные дрожжи. Интерес к дрожжам объясняется тем фактом, что они являются необходимым ингредиентом, обеспечивающим требуемое газообразование (брожение) для разрыхления теста и придающим хлебопекарным изделиям приятный вкус, аромат и цвет [2].

Комплекс процессов, одновременно протекающих на стадии брожения под действием дрожжей и влияющих друг на друга, объединяют общим понятием «созревание». Созревшее тесто имеет определенные реологические свойства, достаточную газообразующую и газоудерживающую способность. В тесте накапливается определенное количество водорастворимых, ароматических и вкусовых веществ. Тесто становится разрыхленным, значительно увеличивается в объеме. Созревание и разрыхление теста происходит не только при его брожении от замеса до разделки, но и во время разделки, расстойки и в первые минуты выпечки, так как по температурным условиям брожение на этих стадиях продолжается. Созревание включает микробиологические (спиртовое и молочнокислое брожение), коллоидные, физические и биохимические процессы. И в результате физических процессов происходит насыщение теста углекислым газом, увеличение его объема и температуры. Биохимические процессы протекают под действием ферментов, находящихся в муке, ферментов дрожжей и других микроорганизмов. Происходит расщепление белков до аминокислот, крахмала — до сахаров. Продукты расщепления белков на стадии выпечки участвуют в образовании цвета, вкуса и аромата [3, 9].

Целью нашей работы являлось расширение ассортимента и повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий из сдобного дрожжевого теста.

Данная работа посвящена изучению влияния биологически активных добавок растительного происхождения, вносимых при замесе сдобного теста на подъемную силу дрожжей для получения высококачественных хлебобулочных изделий широкого ассортимента.

В ходе исследований использовали сырье и материалы, применяемые в хлебопекарном производстве: пшеничную муку высшего сорта, сахар-песок, дрожжи прессованные, соль поваренную пищевую. В качестве добавок использовали различные растительные масла: оливковое, подсолнечное, кукурузное, кунжутное, облепиховое; взорванные зерна «Крекис», овоще-фруктовые порошки, ароматизаторы: натуральные эфиросодержащие масла.

Для активизации хлебопекарных свойств муки: газообразующей, газоудерживающей и водопоглотительной способности, автолитической активности — необходимо регулировать крупность помола, а также цвет и способность к потемнению в процессе производства. Хлебопекарные свойства муки также зависят от биохимических свойств крахмала и белков и активности находящихся в муке ферментов.

Определяли эти свойства в лаборатории кафедры технологии общественного питания химическими анализами и пробной выпечкой, которая позволяет судить о качестве муки по получаемой из нее готовой продукции.

С целью активации дрожжей и полноценного использования свойств муки мы применяли: оливковое, кунжутное, облепиховое, подсолнечное, кукурузное мас-

ло; взорванные зерна гречки, риса, пшеницы, тритикале; свекольный, морковный и черносмородиновый порошок, а для ароматизации изделий добавляли в рецептуры эфирные масла мяты и аниса.

Целесообразность применения в рецептуре сдобного дрожжевого теста различных растительных масел, взорванных зерен зерновых культур, фруктовых и овощных порошков позволила нам не только расширить ассортимент пирогов, пирожков и булок, но и повысить их питательную ценность, получить привлекательный внешний вид и вид на разрезе, хорошую пористость, выраженный вкус и аромат сдобного теста.

Для изучения влияния используемых компонентов на подъемную силу полуфабрикатов проводились органолептические и химические исследования.

Для получения хорошей текстуры выпеченных изделий из сдобного дрожжевого теста рекомендуется применять шортенинг (маргарин) в количестве 4-5%. Наше внимание привлекла возможность использования растительных масел при замесе теста и как следствие повышение пищевой ценности и придание функциональных свойств готовой продукции.

Полученные данные пищевой ценности булочек с различными растительными маслами: образец 1 — соевое масло; образец 2 — оливковое масло; образец 3 — кукурузное масло; образец 4 — подсолнечное масло; образец 5 — кунжутное нерафинированное масло и контрольный образец со сливочным маргарином показали, что жирно-кислотный состав булочек с маргарином и булочек с добавлением растительных масел существенно отличается, различия в аминокислотном составе незначительны (табл. 1, 2).

Т а б л и ц а 1

**Пищевая ценность сдобных булочек с различными растительными маслами
(на 1000 г теста)**

Показатель	Контрольный	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
Белок, %	7,79	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77
Липиды, г	7,2	8,45	8,45	8,44	8,44	8,45
Зола, %	0,4	0,45	0,45	0,45	0,45	0,441
<i>Аминокислотный состав</i>						
Незаменимые а.к.; мг	1959,5	1959,5	1959,5	1959,5	1959,5	1959,5
Заменимые а.к., мг	4389,05	4389,05	4389,1	4389,05	4389,05	4389,05
<i>Жирно-кислотный состав</i>						
Триглицериды, г	5,825	7,06	7,045	7,055	7,055	0,2156
Фосфолипиды, г	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
б-ситостерин, г		0,02	0,02		0,01	
Эргостерин	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Насыщенные, г	1,55	1,06	1,18	1,01	0,88	1,135
Мононенасыщенные, г	3,25	1,45	4,7	1,74	1,73	2,85
Полиненасыщенные, г	1,089	4,53	1,159	4,299	4,44	3,429

Влияние различных растительных масел на качество хлебобулочных изделий

Показатель	Контроль	С внесением различных растительных масел				
		кукурузное масло	кунжутное масло	облепиховое масло	подсолнечное масло	оливковое масло
Пористость, %	91,3	92,1	91,7	91,4	91,8	86,2
Правильность формы	Правильная					
Окраска корок	Равномерная желтая	Равномерная желтая	Равномерная желтая	Равномерная темно-желтая	Равномерная желтая	Равномерная бледно-желтая
Состояние поверхности корки	Гладкая без трещин и подрывов, глянцевая					
Цвет мякиша	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком	Ярко-желтый	Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком
Структура пористости	Поры мелкие, равномерные	Поры различной величины, распределены неравномерно	Поры мелкие, равномерные	Поры мелкие, равномерные	Поры различной величины, распределены неравномерно	Поры мелкие, равномерные
Реологические свойства мякиша	Удовлетворительно мягкий, эластичный	Мягкий, нежный, эластичный	Мягкий, нежный, эластичный	Мягкий, нежный, эластичный	Мягкий, нежный, эластичный	Мягкий, нежный, эластичный
Запах	Выраженный, характерный хлебный					
Вкус	Выраженный, характерный хлебный					
Общая хлебопекарная оценка	22	22,7	23,1	23,5	21,9	22,7

Проведенные исследования показали, что использование исследуемых добавок при замесе и в процессе брожения теста не требует существенного изменения технологии приготовления хлебопекарной продукции.

Самые лучшие показатели подъемной силы полуфабрикатов наблюдались в образцах с использованием подсолнечного и облепихового масла, морковного порошка и «Креписа».

В этой серии опытов тесто готовили также по рецептуре пробной лабораторной выпечки [8, 9], т.е. дозировка дрожжей в контрольном образце составляла 3% к массе муки. В опытных образцах количество дрожжей снижали на 10% (образец 2), 20% (образец 3), 30% (образец 4) от принятой в рецептуре.

Продолжительность брожения теста во всех случаях составляла 180 мин.

В динамике брожения теста с активированными дрожжами путем введения зерновых продуктов («Крекис») и интенсивного перемешивания в МВ-35 исследовали его титруемую кислотность и степень разрыхленности согласно существующим методикам. Результаты опытов приведены на рисунке 1 и в таблице 3.

Как видно из рисунка, сокращение дозировки активированных дрожжей соответственно на 10, 20 и 30% позволяет достичь к концу брожения значений, близких таковым кислотности контрольного образца.

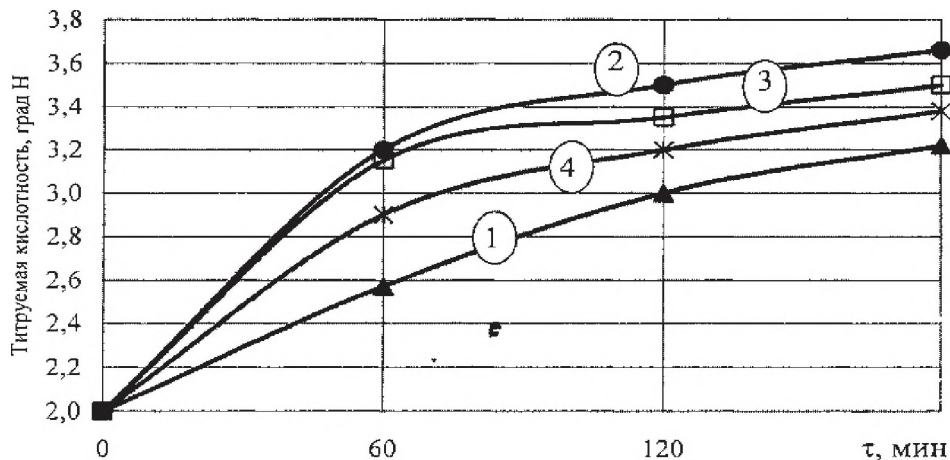


Рис. 1. Влияние дозировки дрожжей на титруемую кислотность теста на активированных дрожжах: 1 — контроль; 2 — 10%; 3 — 20%; 4 — 30%

Таблица 3

Степень разрыхленности теста на активированных дрожжах

Образец	Продолжительность брожения, мин					
	30	60	90	120	150	180
Контроль	0,10	0,20	0,29	0,36	0,40	0,47
Опыт	0,12	0,24	0,42	0,47	0,55	0,62

Изменение степени разрыхленности теста на активированных дрожжах с со-кращенной дозировкой (табл. 3) показало, что в течение трех часов брожения опы-тное тесто имело показатели, не уступающие контрольным, а превосходящие их на 8,6% (образец 2), 10,3% (образец 3), 3,5% (образец 4).

Таким образом, результаты проведенных исследований подтверждают возмож-ность сокращения дозировки активированных дрожжей на 10-30% с достижением высоких показателей качества полуфабриката.

Далее для интенсификации процесса производства дрожжевого теста нами раз-работаны сухие функциональные смеси, в состав которых входят плодово-ягодные порошки.

Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками хранили в су-хом хорошо вентилируемом помещении с соблюдением санитарных правил, при от-носительной влажности воздуха 65-70% и температуре 18-20 °С.

На рисунке 2 приведено изменение титруемой кислотности. Титруемая кис-лотность сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками шипов-ника, черноплодной рябины, крапивы, бананов, яблок и моркови по истечении 8 мес. хранения по сравнению с первоначальной увеличивалась на 7,8; 7,2; 6,8; 8,0; 5,6 и 5,1%.

Минимальный рост кислотности наблюдается в образцах СФС с порошком шиповника, динамика изменения титруемой кислотности остальных образцов прак-тически одинаковая. Результаты данных исследований показывают, что длительное хранение образцов СФС с ПЯЛ нежелательно. Более целесообразно плодово-ягодные

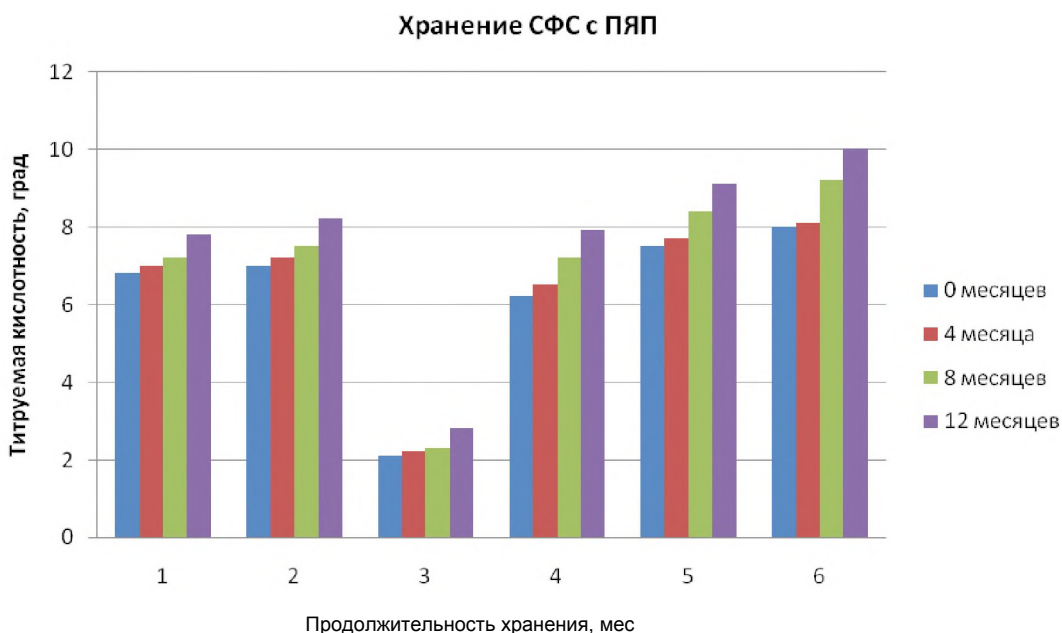


Рис. 2. Динамика изменения титруемой кислотности СФС с плодово-ягодными порошками в процессе хранения: 1 — яблоки, 2 — крапива, 3 — шиповник, 4 — рябина черноплодная, 5 — бананы, 6 — морковь

порошки вводить в рецептуры хлебобулочных изделий самостоятельно при соединении основных компонентов: муки и дрожжей.

В настоящее время прогрессивным остается вопрос активации дрожжевого теста солодовыми препаратами. Разработанная схема научных исследований включает использование различных солодовых препаратов в процессе приготовления опары при производстве пшеничного и ржаного теста [4, 9].

После определения оптимальных доз всех компонентов, которые входят в состав опары (табл. 4), были созданы рецептуры хлебобулочных изделий.

Разработанные изделия оценивали прежде всего по органолептическим показателям. Для этого на каждую группу изделий была разработана пятибалльная шкала оценки органолептических показателей и определены коэффициенты весомости. Сумма всех полученных значений составляет общий балл. Отбирались лишь те варианты рецептов, для которых суммарная органолептическая оценка составляла более 4,3 балла (табл. 5).

Особое место среди рассматриваемых процессов отводится микробиологическим. Они связаны со спонтанным развитием микрофлоры муки и других компонентов рецептуры, а также с жизнедеятельностью дрожжей и молочнокислых бактерий, вводимых с заквасками. Коллоидные и биохимические процессы, происходящие во время приготовления теста, обуславливают его газообразующую способность и физические свойства, определяющие пористость изделий. Механическое воздействие на тесто во время его замеса и разделки интенсифицирует протекание процессов.

Технология приготовления теста с применением ячменного солода, а также с интенсивным замесом и сокращением продолжительности брожения перед разделкой исследовалась многими учеными. Установлено, что увеличение степени механической обработки теста повышает «атакуемость» белков и крахмала ферментами.

Таблица 4

Рецептуры различных видов опары

Наименование образцов	Компоненты рецептуры образцов, на 1 кг в г					Вода, мл
	дрожжи	солод	мука	сахар	соль	
<i>Опара на пшеничной муке</i>						
Образец 1-6	19	144	144	—	—	140
Образец 7-12	19	144	144	22	—	140
Образец 13-18	19	144	144	—	4,0	140
Контроль	19	—	288	—	—	140
<i>Опара на ржаной муке</i>						
Образец 19-24	19	144	144	—	—	140
Образец 25-30	19	144	144	22	—	140
Образец 31-36	19	144	144	—	4,0	140
Контроль	19	—	288	—	—	140

Органолептическая оценка качества разработанных изделий

Название использованного солода	Показатели качества образцов					Сумма баллов
	внешний вид	вкус	цвет	запах	консистенция	
<i>Хлеб пшеничный</i>						
Ржаной	4,5	4,5	4,5	4,5	4,7	22,7
Тритикалевый	4,7	4,9	4,8	4,8	4,8	24,0
Пшеничный	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	24,6
Гороховый	4,9	4,8	4,8	4,9	4,9	24,3
Ячменный	4,5	4,6	4,7	4,8	4,7	23,3
Соевый	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	24,1
<i>Хлеб ржаной</i>						
Ржаной	4,8	4,7	4,8	4,9	4,7	23,9
Тритикалевый	4,7	4,6	4,7	4,8	4,7	23,5
Пшеничный	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	24,1
Гороховый	4,8	4,7	4,7	4,8	4,7	23,7
Ячменный	4,7	4,9	4,8	4,8	4,8	24,0
Соевый	4,5	4,6	4,7	4,8	4,7	23,3

Для улучшения питательной среды дрожжей мы подвергали осахариванию крахмал муки ферментами солодовых добавок. Подготовленную смесь выдерживали в течение 20-30 мин при температуре 38 °С, затем добавляли дрожжи и остальные компоненты в соответствии со схемой.

В процессе замеса теста при увеличении доступа воздуха уменьшается содержание в нем сульфгидрильных групп. Количество растворимой фракции белков увеличивается не только в результате увлажнения муки и действия ферментов, но и за счет механического воздействия на составные части муки. Протекающие биохимические процессы ускоряют созревание теста, способствуют увеличению удельного объема хлеба и формированию его пористости.

Поэтому в наших дальнейших исследованиях подготовленные образцы опары выдерживали в термостате, через каждые 20 мин вынимали, замеряли подъемную силу дрожжей и интенсивно перемешивали. Продолжительность брожения опары с солодовыми добавками была неодинаковой (рис. 3).

Процесс брожения опары на основе пшеничной муки с гороховым солодом протекает в 2 раза быстрее, чем остальные образцы. Наибольшей подъемной силой обладают образцы с пшеничным солодом, и несколько менее интенсивно увеличивается опара с тритикалевым и ячменным солодом.

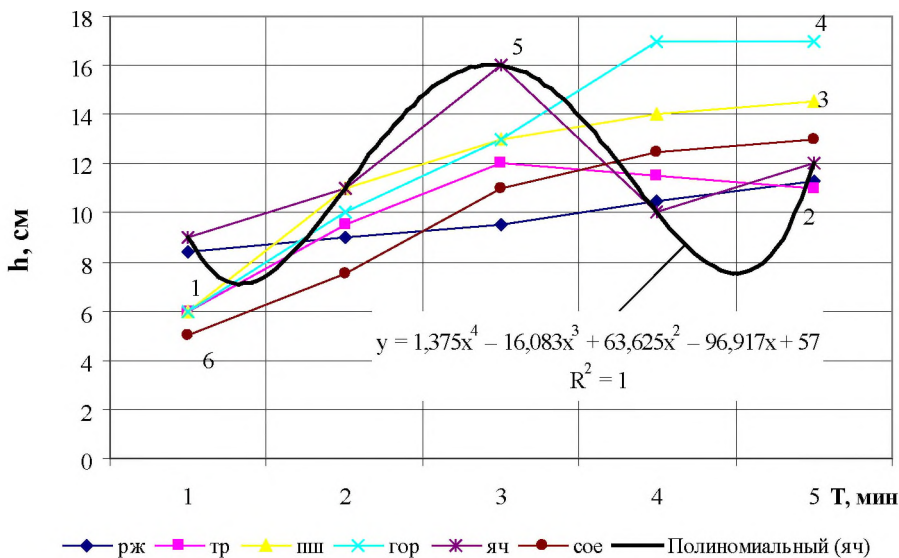


Рис. 3. Влияние вида солода на процессы брожения опары

Процессы брожения опары, состоящей из пшеничной муки с различными соевыми добавками, могут быть описаны следующими уравнениями:

- с ржаным солодом:

$$y = 0,0643x^2 + 0,3443x + 8 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 0,9954;$$

- с тритикалевым солодом:

$$y = 0,0833x^3 - 1,5357x^2 + 7,881x - 0,5 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 0,9848;$$

- с пшеничным солодом:

$$y = 5,3469\ln(x) + 6,5803 \text{ — логарифмическое; } R^2 = 0,9662;$$

- с гороховым солодом:

$$y = 7,3157\ln(x) + 5,5952 \text{ — логарифмическое; } R^2 = 0,9693;$$

- с ячменным солодом:

$$y = 1,375x^4 - 16,083x^3 + 63,625x^2 - 96,917x + 57 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 1;$$

- с соевым солодом:

$$y = 0,1667x^4 - 2,1667x^3 + 9,333x^2 - 12,833x + 10,6 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 1,$$

где R^2 — величина достоверности аппроксимации.

По мнению многих зарубежных авторов, для теста из пшеничной муки необходим интенсивный замес в связи с плохой набухаемостью белков пшеницы. При повышении температуры теста в результате интенсивного замеса оно получается более пластичным и лучше сохраняет свою газодерживающую способность. При усиленной механической обработке за счет значительного увеличения количества поступающего воздуха во время замеса теста происходит интенсивное размножение и активизация жизнедеятельности дрожжей.

В работах Е. В. Милорадовой, Н. В. Осташенковой, С. Е. Траубенберг отмечено, что с увеличением интенсивности замеса происходит перераспределение свободной

и связанной влаги (повышение количества воды, поглощаемой мукой, уменьшение содержания в тесте свободной воды) [5, 6, 10].

Выявлено, что при интенсивном замесе теста наблюдаются существенные изменения белковых веществ на уровне молекул, и в первую очередь одного из основных белков клейковины глютенина. При этом происходит заметная дезагрегация крупных макромолекул данного белка.

В.Д. Патт, Н.Д. Гелянина, Е.Г. Разова, Д.Я. Беликова, Р.Я. Мазитова, А.Н. Кудинова утверждают, что улучшение физических свойств теста, увеличение объема и пористости хлебобулочных изделий отмечается также при увеличении продолжительности замеса. Этот вариант интенсификации процесса замеса теста применяется на многих хлебозаводах. В данном случае оптимальный удельный расход энергии достигается за счет длительного механического воздействия на тесто месильного органа машины [7, 8].

Таким образом, на основании полученных данных можно отметить полезность и общепризнанность интенсивного и продолжительного замеса для сокращения периода брожения теста. Но конечный результат зависит также от ферментативной активности вводимого солода.

Кроме исследования влияния различных солодовых добавок, нами впервые проведены опыты по выявлению воздействия соли и сахара на интенсивность брожения теста. Эти добавки вводили в соответствии со схемой исследований после осахаривания крахмала муки ферментами солодовых добавок.

В результате исследований (рис. 4, 5) установлено, что добавление соли в опару приводит к большей интенсификации процесса брожения, чем сахара. Кроме того, в зависимости от ферментной активности отдельных видов солода процесс брожения теста сокращается почти в 2 раза. Это относится к ячменному солоду и его смеси с солью.

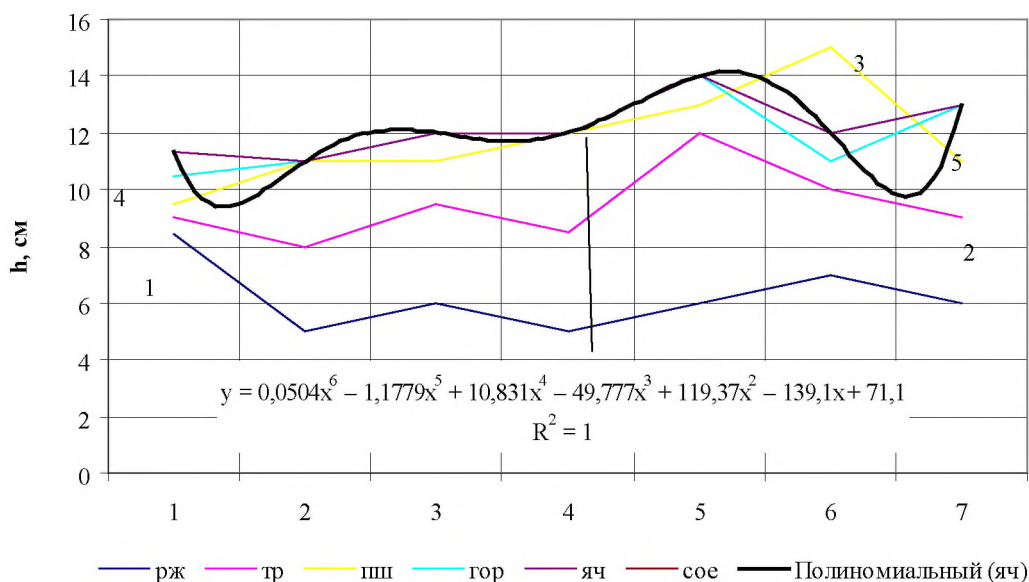


Рис. 4. Влияние вида солода и соли на процессы брожения опары (пшеничная мука)

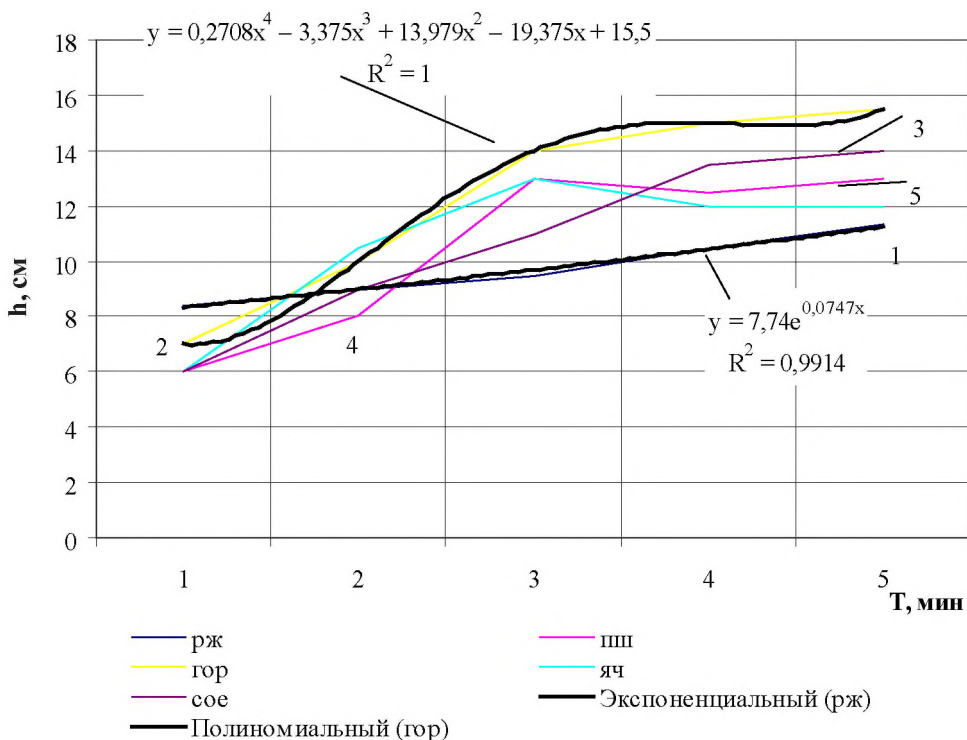


Рис. 5. Влияние вида солода и соли на процессы брожения опары (ржаная мука)

Процесс брожения опары, состоящей из пшеничной муки, различных видов солода, соли или сахара, протекает неравномерно. Полученные зависимости, определяющие особенности многокомпонентной системы, могут быть описаны следующими уравнениями:

- для системы, состоящей из ржаного солода с солью:

$y = 0,0311x^6 - 0,793x^5 + 1,9278x^4 - 39,883x^3 + 105,04x^2 - 135,73x + 71,8$ — полиномиальное; $R^2 = 1$;

- с тритикалевым солодом и солью:

$y = 0,0868x^6 - 2,0646x^5 + 19,316x^4 - 90,177x^3 + 219,1x^2 - 258,26x + 121$ — полиномиальное; $R^2 = 1$;

- с пшеничным солодом и солью:

$y = -0,0188x^5 + 0,2822x^4 - 1,4214x^3 + 2,6458x^2 - 0,2568x + 8,2857$ — полиномиальное; $R^2 = 0,9863$;

- с гороховым солодом и солью:

$y = 0,0576x^6 - 1,3313x^5 + 12,087x^4 - 54,76x^3 + 129,11x^2 - 147,16x + 72,5$ — полиномиальное; $R^2 = 1$;

- с ячменным солодом и солью:

$y = 0,0504x^6 - 1,1779x^5 + 10,831x^4 - 49,777x^3 + 119,37x^2 - 139,1x + 71$ — полиномиальное; $R^2 = 1$;

- с соевым солодом и с солью:

$$y = -0,125x^4 + 14167x^5 - 5,875x^2 + 12,583x - 2 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 1.$$

Присутствие соли в рецептуре опары с ржаной мукой более интенсивно воздействует на бродильную активность дрожжей по сравнению с такими же образцами, в которых основным сырьем является пшеничная мука. Уравнения, описывающие данные процессы будут следующими:

- с ржаным солодом и солью:

$$y = 7,74e^{0,0747x} \text{ — экспотенциальное; } R^2 = 0,9914;$$

- пшеничным солодом и солью:

$$y = 0,625x^4 - 7,6557x^3 + 31,875x^2 - 49,333x + 30,2 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 1;$$

- с гороховым солодом и солью:

$$y = 0,2708x^4 - 3,375x^3 + 13,979x^2 - 19,375x + 16,5 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 1;$$

- с ячменным солодом и солью:

$$y = 0,25x^4 - 2,75x^3 + 9,25x^2 - 7,75x + 7 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 1;$$

- с соевым солодом:

$$y = -0,0833x^3 + 0,4286x^2 + 2,0119x + 3,7 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 0,9948.$$

Введение сахара в опару пшеничного и ржаного теста также неодинаково оказывает воздействие на протекание технологического процесса. Более интенсивный процесс наблюдается в тестоведении в присутствии ржаной муки и сахара:

- с ржаным солодом и сахаром:

$$y = 7,74e^{0,0747x} \text{ — экспотенциальное; } R^2 = 0,9914;$$

- с тритикалевым солодом и сахаром:

$$y = 1,0833x^4 - 13,5x^3 + 57,417x^2 - 93x + 53 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 1;$$

- с пшеничным солодом и сахаром:

$$y = 6,723\ln(x) + 4,3627 \text{ — логарифмическое; } R^2 = 0,9508;$$

- с гороховым солодом и сахаром:

$$y = 4,6164x^{0,6487} \text{ - степенной; } R^2 = 0,9336;$$

- с ячменным солодом и сахаром:

$$y = -0,0833x^4 + 0,5x^3 - 0,4167x^2 + 2x + 3 \text{ — полиномиальное; } R^2 = 1.$$

Интенсивность брожения опары зависит также от ряда физико-химических свойств ингредиентов и технологических особенностей процесса: влажности теста, его рецептуры, «силы» муки. Исходя из этого, необходим поиск новых возможностей совершенствования регулирования процессов, что позволило бы проводить их в оптимальном режиме.

Следующим этапом при приготовлении теста является спиртовое и молочнокислое брожение. В результате спиртового брожения происходит увеличение его объема, вызванное разрыхлением пузырьками накапливающегося диоксида углерода. Вследствие увеличения теста в объеме происходит дальнейшее растягивание клейковинных пленок из набухших частиц муки. Последующее слипание этих пленок при обминке теста и его разделке обеспечивает создание в тесте структурно-губчатого белкового каркаса, который обуславливает формо- и газодерживающую способность теста при окончательной расстойке и выпечке. В результате этого мякиш хлеба приобретает мелкую, тонкостенную и равномерную пористость.

В процессе молочнокислого брожения под действием гетероферментативных молочнокислых бактерий в тесте происходит накопление молочной и уксусной кислот. На скорость нарастания кислотности оказывает влияние температура: чем она выше, тем быстрее повышается кислотность. Для процесса тестоведения очень важным является изменение кислотности, так как с ее ростом ускоряются процессы на-

бухания и пептизации белковых веществ теста. Стадия брожения при традиционном способе приготовления дрожжевого теста является длительной, так как протекает несколько часов и составляет большую часть общего процесса производства изделий. Это делает особо актуальной интенсификацию созревания теста в период его брожения до разделки. В последние годы проведены многочисленные исследования, внедрены различные способы сокращения периода созревания теста за счет использования биодобавок, поверхностно-активных веществ и т.д.

Выводы

Для получения хорошей структуры выпеченных сдобных хлебобулочных изделий целесообразно использовать различные растительные масла в количестве 40% в виде эмульсий при замесе опары, что приводит к увеличению подъемной силы дрожжей. Для активизации хлебопекарных свойств муки необходимо регулировать крупность помола, а также цвет и способность к потемнению в процессе производства, так как хлебопекарные свойства муки также зависят от биохимических свойств крахмала и белков и активности находящихся в муке ферментов. В качестве добавок рекомендуется использование различных растительных масел (оливковое, подсолнечное, кукурузное, кунжутное, облепиховое), взорванные зерна «Крекис», овоще-фруктовые порошки и натуральные ароматизаторы (эфиросодержащие масла).

Библиографический список

1. *Гинзбург А.Г.* Активация прессованных дрожжей в хлебопечении. М.: Пшщепромиздат, 1955. 43 с.
2. *Гришин А.С., Зыкина Л.С.* Влияние различных способов тестоприготовления на качество приготовления хлеба. М.: Пищевая промышленность, 1974. 100 с.
3. *Гришин А.С.* Влияние различных способов тестоприготовления на качество хлеба / А.С. Гришин. М.: Пищевая промышленность, 1974. 352 с.
4. *Дробот В.И.* Справочник инженера-технолога хлебопекарного производства / В.И. Дробот. Киев: Урожай, 1990. 212 с.
5. *Милорадова Е.В.* Применение вторичных продуктов пищевых производств для активации прессованных дрожжей в хлебопечении: Дис. канд. техн. наук. М., 1988. 215с.
6. *Милорадова Е.В., Остащенко Н.В., Траубенберг С.Е., Попадич И.А.* Интенсификация тестоприготовления при использовании прессованных дрожжей с биодобавками. М.: МТИПП, 1987. 7 с.
7. *Попадич И.А., Траубенберг С.Е., Федорова П.Ю., Лысюк Ф.А.* Влияние предварительной активации дрожжей на качество хлеба // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 1980. № 5. С. 58-60.
8. *Патт В.А., Казанская Л.Н.* Новые технологические процессы в хлебопекарной промышленности, обеспечивающие улучшение качества продукции и интенсификацию производства. М.: ЦНИИТЭИ Пищепром. 1979. 42 с.
9. Сборник рецептов на хлеб и хлебобулочные изделия / Сост. П.С. Ершов. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1998. 192 с.
10. *Траубенберг С.Е.* Научное обоснование, разработка и применение способов активации ферментных препаратов для интенсификации промышленного биокатализа: Дис. докт. техн. наук. М.: МТИПП, 1985. 531 с.

THE INFLUENCE OF RECIPE CONSTITUENTS ON DOUGH QUALITY

A.T. VASYUKOVA¹, T.S. ZHILINA¹, O.A. KHLEBNIKOVA¹,
A.I. BELENKOV², V.F. PUCHKOVA³

(¹ Russian University of Cooperation,² RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev,
³ Smolensk Humanities University)

Bread and bakery products are an integral part of the diet of any individual in the world. Perhaps because of certain traditions in Russia bread plays a greater role than in other countries. Nevertheless, in spite of the diversity and a huge range of bakery products (more than 100 varieties of bread in our country), really tasty and healthy bread is not very easy to find. Bakery products occupy the leading position in the diet of the population of our country. Expansion of the range of some new competitive products under the current conditions is an important national economic problem. Most effectively it can be solved through the use of modern technologies that are recommended for application in catering and food industries which allow obtaining product assortment of high quality with minimal production costs.

With regard to the production of bakery products, this means the use of intensive technologies to increase the volume of production and diversification, to improve quality, to put down production costs by reducing the duration of dough preparing process. For products made of yeast-fermented dough the stage of fermentation is the longest and the most important one.

The authors solved such basic problems as obtaining and preparing of various malt compounds based on cereals and legumes raw material for the process of fermentation, revealing optimal concentrations of the components included in the brew, investigation of the effect of additional raw materials, specification of fermentation process duration under new conditions. According to the obtained results it should be noted that intensive and continuous dough mixing is useful and generally recognized as less time-consuming for it results in shorter period of fermentation. For the first time the experiments were carried out to identify the effects of salt and sugar on the intensity of brew fermentation process. The experiment results revealed that salt leads to greater fermentation process intensity compared to sugar. Besides, pre-dough fermentation process may be shortened almost 2-times depending on the enzyme activity of certain types of malt, which affects the dough quality.

Key words: formula constituents, quality, yeast-fermented dough, enzymes, flour grinding, aromatic and flavour substances, organoleptic evaluation, product baking.

Васюкова Анна Тимофеевна — д. т. н., профессор кафедры общественного питания Российского университета кооперации (141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. В. Волошиной, 12; тел.: (499) 976-08-51; e-mail: vasyukova-at@yandex.ru).

Жилина Татьяна Сергеевна — к. т. н., доцент кафедры общественного питания Российского университета кооперации (141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. В. Волошиной, 12; тел.: (903) 764-99-97; e-mail: t-zh-61@mail.ru).

Хлебникова Ольга Апполоновна — ассистент кафедры общественного питания Российского университета кооперации (141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. В. Волошиной, 12; тел. (927) 669-09-81; e-mail: mazirov@timacad.ru).

Беленков Алексей Иванович — д. с.-х. н, профессор кафедры земледелия и МОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-08-51; e-mail: mazirov@timacad.ru).

Пучкова Валентина Федоровна — к. т. н., зав. кафедрой технологии общественного питания Смоленского гуманитарного университета (214013, г. Смоленск, ул. Герцена, 2; тел.: (906) 667-43-93; e-mail: puclikova @shu.ru).