

УДК 664:621.891

Влияние товароведных свойств сырья на качество мучных изделий

Канд. техн. наук **Е.Ф. Антипов**, канд. техн. наук **М.И. Дмитриченко**, dmi-1943@yandex.ru
канд. техн. наук **А.М. Мирзоев**, канд. техн. наук **С.Т. Прокопенко**

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет
191023, Россия, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

В статье рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с совершенствованием технологий и оборудования, как для функционального, так и для традиционного питания. Разработанные решения прошли опытную проверку и используются на практике. В присутствии функциональных добавок определен порядок введения ингредиентов придает тесту при отсутствии клейковины определенные структурно-механические параметры, характерные для сдобного печенья и заварных пряников. Именно такой состав, как в качественном, так и в количественном представлении обеспечивает тесту необходимые формуемость и вкусовые параметры для получения изделий по вкусу, аромату и состоянию мякиша, отвечающим необходимым требованиям

Ключевые слова: производство мучных изделий; аглютенная диета; моделирование технологического оборудования.

Influence goods characteristic of raw materials on quality flour product

Ph.D. **E.F. Antipov**, Ph.D. **M.I. Dmitrichenko**, dmi-1943@yandex.ru
Ph.D. **Mirsoev A.M.**, Ph.D. **Prokopenko S.T.**

*St. Petersburg State University of Economics
191023, Russia, St. Petersburg, Sadovaya str., 21*

In article is considered broad circle of the questions, in accordance with improvement and equipment both for functional, and for traditional feeding. The Designed decisions passed experienced check and are used in practice. In whitness of functional additives determined an order of the introduction ингредиентов will add the test in the absence of determined structured-mechanical parameters typical of rich liver and for gingerbread. Exactly such composition, both in qualitative, and in quantitative having appeared-pouring provides test necessary and gustatory parameters for reception on taste, aroma and condition of the soft part of bread, answering necessary requirements.

Keywords: production flour product; diet; modeling that of the equipment.

Одной из разработок успешно использующейся на предприятиях пищевой промышленности специализирующихся на изделиях лечебно-профилактического питания, в частности для людей подверженных заболеваниям типа целиакии, является способ для приготовления мучных кондитерских изделий с использованием лецитина.

Например, в производстве сдобного печенья и заварных пряников, включающих муку пшеничную и специально подготовленные ингредиенты он реализуется в соответствии с известной технологией при производстве кондитерских изделий. Однако в этом случае предварительно готовят инвертный сироп, который охлаждают до температуры 60–62°C для предотвращения распада моносахаров. Далее сироп охлаждают до 6–20°C. После этого в него вводят эмульгатор, в качестве которого используют яичный порошок или меланж. Затем вносят солодовый экстракт, который предварительно перемешивают с водой в соотношении 1:(0,5–1), и предусмотренные рецептурой молочные продукты, сахарный песок, соль, бикарбонат натрия, ароматические добавки и все перемешивают. В полученную массу вводят жировой компонент, в качестве которого используют сливочное масло, или маргарин, или отвержденный растительный жир, предварительно смешанный с поверхностно-активным веществом в виде лецитина или фосфатида, в количестве 1–1,5% к массе жирового компонента и продолжают перемешивание в течение 3 мин.

Известны способы для производства аналогичных мучных кондитерских изделий, используемые в промышленности. В таких технологиях, в частности при приготовлении мучных кондитерских изделий в виде печенья, исключают из рецептуры такие продукты, как сливочное масло «Любительское», молоко цельное

и сливки сухие. Сущность применения таких способов состоит в том, что яйца сбивают с сахарной пудрой, инвертным сиропом, ванильной пудрой, солью, содой, углеаммонной солью и крахмалом маисовым. Затем в смесь вводят молочно-жировой продукт, полученный путем смешивания кулинарного жира, сухого белкового концентрата и молочной сыворотки при соотношении 1:0;1:5. Затем в массу вносят муку пшеничную высшего сорта и перемешивают массу в течение 7–9 сек, после чего подвергают формованию путем прокатки через ламиатор, и подготовленные тестовые заготовки выпекают при температуре 200–220°C в течение 4–5 мин. Компоненты смеси берут в следующем соотношении (мас. %): крахмал маисовый — 7,1–7,13, сахарная пудра 11,6–11,63, инвертный сироп 2,8–2,86, молочно-жировой продукт 20,3–20,6; яйцо — 2,8–2,86; ванильная пудра — 0,35–0,36, соль — 0,4–0,44, сода 0,5–0,53, углеаммонийная соль 0,7–0,73, мука пшеничная высшего сорта — остальное до 100%.

Существенными недостатками такой технологии является то, что при совмещении отдельных ингредиентов не учитывается существенная разница в их водосвязывающей способности, а также использование ингредиентов, которые противопоказаны при диетическом питании и непереносимости глютена, причем повышается вязкость теста и ухудшается его формуемость.

В связи с этим наиболее часто используют технологию приготовления диетического хлеба, предусматривающий замес теста путем смешивания зернового продукта в виде муки гречневой или кукурузной, рисового крахмала и кукурузного крахмала. Разрыхлители вводят в виде дрожжей или питьевой соды, яиц или яичного порошка, жидкой фазы в виде воды или кефира и растительного масла. Разделку теста и выпечку полученных тестовых заготовок осуществляют при соотношении гречневой или кукурузной муки 1:1:0,5–1:3,3:1,4, а при использовании в качестве разрыхлителя дрожжей, в качестве жидкой фазы берут воду. При использовании же в качестве разрыхлителя питьевой соды в качестве жидкой фазы берут кефир, при соотношении зернового продукта к жидкой фазе 1:1,1–1:1,3, при этом выпечку тестовых заготовок проводят при относительной влажности в печи 65–75 % и температуре в начале процесса выпечки 180–200°C, а в конце – 200–250°C. Яйца или яичный порошок вносят в этом случае в количестве 6%, а при замесе теста в смесь дополнительно вносят молоко в количестве 20% от общей массы муки в тесте. Описанный способ, несмотря на использование ингредиентов, приемлемых для аглютеновой диеты, не может быть применен для приготовления сдобного печенья и заварных пряников, поскольку не обеспечивает необходимых потребительских свойств.

Для приготовления безглютенового мучного кондитерского изделия на основе крахмалсодержащего теста поступают следующим образом. Бесклейковинную муку (кукурузную или рисовую), сахар-песок, жировой компонент, вкусовые и функциональные добавки одновременно перемешивают или сбивают 5–10 минут. После этого вводят крахмал картофельный и производят замес теста в течение 3–5 минут, при этом указанные компоненты берут в следующем соотношении, мас. %:

Таблица 1 – Рецепт безглютенового мучного кондитерского изделия

мука кукурузная или рисовая	15,4-30,7
крахмал картофельный	12,1-26,1
сахар-песок	12,1-24,5
жировой компонент	5,3-16,3
вкусовые и функциональные добавки	остальное.

Лечебно-профилактический эффект в предлагаемой технологии достигается за счет введения в рецептуру определенного количества картофельного крахмала и кукурузной или рисовой муки в определенной последовательности, обусловленной различной водосвязывающей способностью мучных компонентов. Так, рисовая или кукурузная мука по сравнению с картофельным крахмалом характеризуется большей водосвязывающей способностью. В присутствии функциональных добавок определенный порядок введения ингредиентов придает тесту при отсутствии клейковины определенные структурно-механические параметры, характерные для сдобного печенья и заварных пряников. Именно такой состав, как в качественном, так и в количественном представлении обеспечивает тесту необходимые формуемость и вкусовые параметры для получения изделий по вкусу, аромату и состоянию мякиша, отвечающим необходимым требованиям.

Такая технология расширяет ассортимент мучных кондитерских изделий, в частности, за счет производства сдобного печенья и заварных пряников на основе новых рецептур крахмалсодержащего безглютенового теста.

Существо описанной технологии безглютеновых мучных кондитерских изделий на основе крахмалсодержащего теста поясняется следующими примерами.

Пример 1. Приготовление теста для пряников производили в три стадии: готовили сироп, готовили заварку и замешивали тесто. На первой стадии смесь сахара, патоки и воды нагревали до 80–100°C. Для приготовления заварки охлажденный до 70°C сироп смешивали с рисовой мукой, изолятом соевого белка и ксантановой камедью. После охлаждения заварки до 30°C ее смешивали с растительным маслом, содой питьевой, солью аммонийной и сухими духами. Замес теста производили в течение 10 минут. После этого в смесь добавляли крахмал картофельный и продолжали замес еще в течение 5 минут. Для производства заварных пряников ингредиенты брали в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Рецептура для теста заварных пряников

Наименование ингредиентов	Содержание сухих веществ, %	Расход ингредиентов, кг		В % к массе
		на 1 т полуфабриката		
		в натуре	в сухих веществах	
мука рисовая	91,0	261,22	237,70	26,8
крахмал картофельный	80,0	254,31	203,45	26,1
масло растительное	99,9	70,78	70,16	7,3
сахар-песок	99,8	238,72	190,97	24,5
патока	78,0	90,17	70,34	9,2
изолят соевого белка «Супро»	93,0	49,18	45,74	5,0
сода питьевая	60,0	1,63	0,98	0,2
соль углеаммонийная	0,0	4,63	0,00	0,5
ксантановая камедь	91,0	2,46	2,23	0,3
сухие духи	100,0	1,26	1,26	0,1
Итого:	–	974,36	822,83	
Выход:	85,0	1000,00	850,00	100

Использованные ингредиенты отвечали следующим требованиям, показанным в табл. 3.

Готовое тесто формовали тестоотсадочной машиной или ручным способом. Пряники выпекали на листах при $t = 200\text{--}220^\circ\text{C}$.

Суммарное время производства изделий не превысило допускаемые нормы, а выпеченные изделия отвечали всем требованиям, в том числе по вкусу, аромату и состоянию мякиша, установленным ГОСТ 15810-96.

Таблица 3 – Требования к ингредиентам

Наименование ингредиента	Нормативный документ
мука рисовая	ГОСТ 27168-86
крахмал картофельный	ГОСТ 7699-78
изолят соевого белка «Супро»	СЭЗ №77.99.02.916 Д 008456.12.02
сахар-песок	ГОСТ 21-78
сода питьевая	ГОСТ 2156-76
соли углеаммонийные	ГОСТ 9325
патока крахмальная	ГОСТ 5194-91
духи сухие кондитерские	ТУ 18РСФСР 601-74
масло растительное	ГОСТ 1129-93
ксантановая камедь	СЭЗ №77.99.02.916 Д 008822.12.02

Пример 2. Сдобное печенье «Невское». Подготовка сырья к производству производилась в соответствии с действующими «Санитарными нормами и правилами производства хлеба и хлебобулочных изделий» СанПиН 2.3.4.545-96. При приготовлении теста в сбивальной машине сбивают смесь яиц с сахарным песком,

инвертным сиропом и солью от 5 до 10 минут в зависимости от конструкции машины. Затем добавляли размягченный кулинарный жир и сбивали до однородной массы. К готовой массе постепенно добавляют муку, крахмал и сбивают до 2 минут на малых оборотах. Далее тесто отсаживали через кондитерский мешок на кальку. Для производства сдобного безглютенового печенья ингредиенты брали в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4– Рецептура теста для сдобного печенья «Невское»

Наименование ингредиентов	Содержание сухих веществ, %	Расход ингредиентов, кг		В % к массе
		На 1 т готовой продукции		
		В натуре	в сухих веществах	
мука кукурузная	86,0	388,39	334,02	30,7
крахмал картофельный	80,0	196,81	157,45	15,6
сахар-песок	99,8	255,09	254,73	20,2
яйцо куриное	26,0	280,53	72,93	22,2
инвертный сироп	78,00	74,64	58,32	5,9
жир кулинарный	99,90	68,24	68,17	5,4
Итого:	-	1263,70	945,62	100
Выход:	93,0	1000,00	930,00	

Готовый полуфабрикат полностью отвечал по органолептическим и физико-химическим показателям ГОСТ 24901-89. Все ингредиенты выбирали в соответствии с ранее указанными стандартами и техническими условиями, кроме того, жир кулинарный отвечал по свойствам ГОСТ 28414, а мука кукурузная ГОСТ 14176.

Продолжительность выпечки 10–15 минут при температуре 170°C. Продолжительность выпечки зависит от конструкции применяемой печи. Досушивание производят в печи при температуре 60°C в течение 10–15 минут.

Готовые изделия полностью отвечали предъявляемым к ним требованиям в соответствии с ГОСТ 15810-96.

Тесто приготовленное по описанным рецептурам, но для выпечки мелкоштучных хлебобулочных изделий с использованием лецитина для открытых пирогов типа ватрушка и пицца на автоматизированных линиях целесообразно применять метод заполнения специальной формы (рис. 1) за счет саморастекания теста [1–6].

Одним из важных физико-механических показателей, характеризующих качество теста, является его консистенция и формообразующая способность, которые оказывают решающее значение на скорость растекания теста и заполнение формы, а значит и на всю компоновку автоматизированной линии [6–9].

Предварительные эксперименты показали, что на консистенцию и формообразующую способность теста можно воздействовать достаточно эффективно меняя его рецептуру, в частности вводя в него различные виды лецитина.

В качестве модельных смесей использовали аналог блинного теста с включением в его рецептуру двух видов лецитина: стандартного и гидролизованного, причем одновременно варьировали влажность теста.

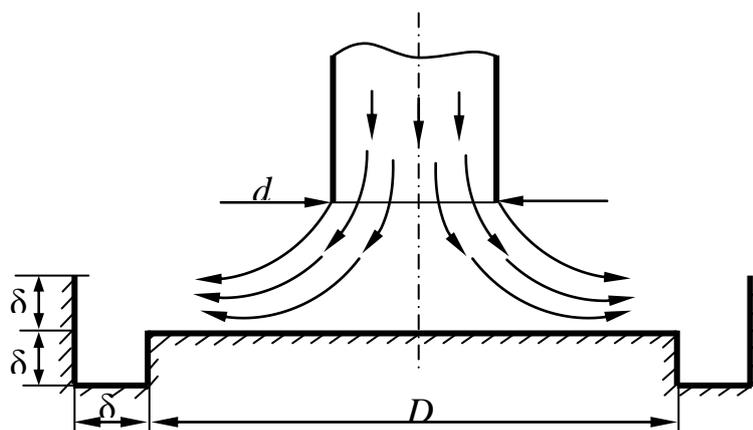


Рис. 1. Форма для приготовления тестовой заготовки

Одна из кривых течения, полученная с использованием ротационного вискозиметра «Реотест – 2», представлена графически после соответствующей обработки на рис. 2. Эта кривая достаточно хорошо аппроксимируется зависимостью Освальда де Вилля $\tau = k\dot{\gamma}^m$ при значении коэффициентов $k = 0.73$; $m = 0.43$

В качестве цели дальнейших исследований нами был поставлен выбор метода исследования скорости растекания теста, позволяющий определить ее значения для использования в численном анализе полученных модельных представлений о процессе заполнения формы.



Рис. 2. Примерная реометрическая кривая

В соответствии с этой схемой анализировали время формирования плоской заготовки из первоначально нанесенной порции теста. При сравнении данных величин можно установить влияние на конструктивные характеристики линии механических и технологических факторов, определить оптимальные значения консистенции теста, отвечающие хорошему качеству полуфабриката и готового изделия.



Рис. 3. Модель дозатора

Для исследования растекания навески теста было выбрано пшеничное теста изготовленное по такой же рецептуре что при исследовании реологических зависимостей.



Рис. 4. Размерная сетка для измерений скорости растекания теста

Используя модель дозатора, пшеничное тесто наливали на пластину с расположенной перпендикулярно ей размерной сеткой. Путем скоростной съемки процесса растекания навески теста по пластине с периодом времени 0,50 с был получен ряд цифровых фотоизображений.



Рис. 5. Навеска теста в различные моменты времени:

а – при помещении на измерительную плоскость; б – в процессе растекания

Такие эксперименты ставили для всех видов использованного теста с варьированием его влажности и содержания лецитина. Определение времени растекания вычисляли по соотношению: $V = (D - d)/t$, м/с

Предварительные результаты для стандартного лецитина помещены в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты предварительного эксперимента

№	Влажность W, %	Содержание лецитина, %	Скорость, м/с
1	55,2	0,8	$0,70 \cdot 10^{-2}$
2	55,5	0,6	$0,63 \cdot 10^{-2}$
3	56,0	0,4	$0,56 \cdot 10^{-2}$
4	56,3	0,2	$0,46 \cdot 10^{-2}$

Приведенные результаты свидетельствуют о более существенном влиянии содержания лецитина на скорость растекания теста, чем его влажность.

Для разработки эффективного ресурсосберегающего оборудования для мучных изделий и реализации на нем более совершенной технологии необходимо научное обоснование рабочих процессов, протекающих в машинах и аппаратах, в частности на стадиях разделки и формования тестовых заготовок. В связи с этим исследования реологических свойств теста и основных закономерностей их течения в формирующих каналах представляет научный и практический интерес, а создание инженерных методов расчета машин, их разработка и внедрение является актуальной проблемой для отрасли [10–16].

Литература

1. Красильников В.Н., Мехтиев В.С., Доморощенко М.Л., Демьяненко Т.Ф., Гаврилюк И.П., Кузнецова Л.И. Перспектива использования белков из семян люпина узколистного // Пищевая промышленность. 2010. № 2. С. 40-43.
2. Красильников В.Н., Мехтиев В.С., Доморощенко М.Л., Демьяненко Т.Ф., Парахина О.И. Влияние муки и изолята белка люпина на реологические характеристики теста и органолептические профили безглютеновых кексов // Хлебопечение России. 2011. № 6. С. 24-29.
3. Красильников В.Н., Алексеев Г.В., Хрушкова Е.Н. Возможности применения мембранных процессов для производства продуктов функционального назначения // Вестник Международной академии холода. 2010. № 3. С. 32-37.
4. Красильников В.Н., Алексеев Г.В., Киреева М.С. Исследование структурно-механических свойств бездрожжевого бисквитного теста на основе полножирной муки из семян льна // Вестник Международной академии холода. 2014. № 2. С. 69-73.
5. Красильников В.Н., Киреева М.С., Алексеев Г.В. Реология бездрожжевого бисквитного теста на основе полножирной муки из семян льна различных сортов // Хлебопродукты. 2014. № 1. С. 52-55.

6. Алексеев Г.В., Ивлева Е.Н., Лепеш Г.В. Моделирование некоторых процессов тестоприготовления на основе интеграции пакетов программ Adobe Actionscript и Mathcad // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2013. № 2(24). С. 75-77.
7. Алексеев Г.В. Математические методы в пищевой инженерии. СПб.: ЛАНЬ. 2012.
8. Алексеев Г.В., Иванова А.С. Моделирование процесса натекания неньютоновской жидкости на жесткую преграду // Вестник Международной академии холода. 2012. № 1. С. 34-35.
9. Алексеев Г.В., Иванова А.С. Влияние характеристик теста на скорость заполнения формы // Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. № 1. С. 26.
10. Алексеев Г.В., Ивлева Е.Н., Иванова А.С. Изучение воздействия лецитина на эффективную вязкость и другие свойства теста и хлебобулочных изделий // Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. № 1. С. 27.
11. Алексеев Г.В., Даниленко Е.А. Возможности моделирования измельчения пищевых добавок для продуктов функционального питания // Вестник Международной академии холода. 2011. № 2. С. 16-18.
12. Алексеев Г.В., Андреев А.Н. Гидромеханические процессы при раскатке теста // Хлебопродукты. 2011. № 4. С. 62-64.
13. Алексеев Г.В., Громцев А.С. Исследование точности дозирования жидкости с учётом волнообразования // Техника машиностроения. 2007. № 1. С. 61-63.
14. Алексеев Г.В., Верболоз Е.И., Иванова А.С., Ковалев Н.Г., Серебрякова И.Ю. Устройство для выпечки хлебобулочных изделий с начинкой: пат. 2262857 Российская Федерация. 2004.
15. Алексеев Г.В., Верболоз Е.И. Современные подходы к рациональному использованию ресурсов при первичной обработке пищевого сырья // Вестник Международной академии холода. 2003. № 4. С. 35-39.
16. Алексеев Г.В., Бриденко И.И. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «механика жидкости и газа». СПб.: ГИОРД, 2007.

References

1. Krasilnikov V.N., Mehtiev V.S. ets. Perspektiviyi ispolzovaniya belkov iz semyan lyupina uzkolistnogo. *Pischevaya promyshlennost*. 2010, no. 2, pp. 40-43.
2. Krasilnikov V.N., Mehtiev V.S., Domoroschenkova M.L., Demyanenko T.F., Parahina O.I. Vliyanie muki i izol'yata belka lyupina na reologicheskie harakteristiki testa i organolepticheskie profily bezglyutenovyih keksov. *Hlebopechenie Rossii*. 2011, no. 6, pp. 24-29.
3. Krasilnikov V.N., Alekseev G.V., Hrushkova E.N., Vozmozhnosti primeneniya membrannyih protsessov dlya proizvodstva produktov funktsional'nogo naznacheniya. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii kholoda*. 2010, no. 3, pp. 32-37.
4. Krasilnikov V.N., Alekseev G.V., Kireeva M.S. Issledovanie strukturno-mehaniicheskikh svoystv bezdrozhzhevo go biskvitnogo testa na osnove polnozhi rnoy muki iz semyan lna. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii kholoda*. 2014, no. 2, pp. 69-73.
5. Krasilnikov V.N., Kireeva M.S., Alekseev G.V. Reologiya bezdrozhzhevo go biskvitnogo testa na osnove polnozhi rnoy muki iz semyan lna razlichnyih sortov. *Hleboproduktyi*. 2014, no. 1, pp. 52-55.
6. Alekseev G.V., Ivleva E.N., Lepesh G.V. Modelirovanie nekotoryih protsessov testopri gotovleniya na osnove integratsii paketov programm adobe actionscript i mathcad. *Tehniko-tehnologicheskie problemyi servisa*. 2013, no. 2(24), pp. 75-77.
7. Alekseev G.V. *Matematicheskie metodyi v pischevoy inzhenerii*. St. Petersburg, Lan' Publ., 2012.
8. Alekseev G.V., Ivanova A.S. Modelirovanie protsessa natekaniya nenyutonovskoy zhidkosti na zhestkuyu pregradu. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii kholoda*. 2012, no. 1, pp. 34-35.
9. Alekseev G.V., Ivanova A.S. Vliyanie harakteristik testa na skorost' zapolneniya formy. *Protsessyi i apparatyi pischevyih proizvodstv*. 2012, no. 1, P. 26.
10. Alekseev G.V., Ivleva E.N., Ivanova A.S. Izuchenie vozdeystviya letsitina na effektivnuyu vyazkost' i drugie svoystva testa i hlebobulochnyih izdeliy. *Protsessyi i apparatyi pischevyih proizvodstv*. 2012, no. 1, P. 27.
11. Alekseev G.V., Danilenko E.A. Vozmozhnosti modelirovaniya izmel'cheniya pischevyih dobavok dlya produktov funktsional'nogo pitaniya. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii kholoda*. 2011, no 2, pp. 16-18.
12. Alekseev G.V., Andreev A.N. Gidromehaniicheskie protsessyi pri raskatke testa. *Hleboproduktyi*. 2011, no. 4, pp. 62-64.
13. Alekseev G.V., Gromtsev A.S. Issledovanie tochnosti dozirovaniya zhidkosti s uchyotom volnoobrazovaniya. *Tehnika mashinostroeniya*. 2007, no. 1, pp. 61-63.
14. Alekseev G.V., Vерболоз E.I., Ivanova A.S., Kovalev N.G., Serebryakova I.Yu. *Ustroystvo dlya vyipechki hlebobulochnyih izdeliy s nachinkoy*. Patent RF no. 2262857. 2004.

15. Alekseev G.V., Verboloz E.I. Sovremennyye podhodyi k ratsional'nomu ispol'zovaniyu resursov pri pervichnoy obrabotke pischevogo syir'ya. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda*. 2003, no. 4, pp. 35-39.
16. Alekseev G.V., Bridenko I.I. Virtual'nyiy laboratornyiy praktikum po kursu "mehаниka zhidkosti i gaza". St. Petersburg, GIORД Publ., 2007.