

ЭЛЕКТРОКОНТАКТНАЯ ВЫПЕЧКА БИСКВИТА С ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНОЙ МУКИ КРАХМАЛОМ

Проведены исследования влияния замены муки, входящей в рецептуре бисквита, крахмалом на процесс электроконтактной выпечки и качество готовых изделий. Предложена система оценки качества бисквита ЭК-выпечки на основе комплексных показателей органолептических и физико-химических свойств готовых изделий.

Ключевые слова: Электроконтактная выпечка, бисквит, комплексный показатель качества.

Бисквит пользуется большим спросом у российского населения, характеризуется пышной, легкой, мелкопористой, эластичной структурой. Его тесто получают путем энергичного сбивания яичного меланжа (яиц) с сахаром, перемешивания сбитой массы с мукой и крахмалом и последующей выпечки, которую в основном производят традиционным радиационно-конвективным способом.

Электроконтактная (ЭК) выпечка позволяет в большей степени сохранить биологически ценные вещества сырья и предотвратить образование нежелательных веществ, неусвояемых организмом соединений, характерных для традиционной радиационно-конвективной (РК) выпечки [1]–[4]. Данный способ выпечки позволяет снизить гликемический индекс (ГИ) готовых изделий [5].

Предыдущими исследователями разработаны различные технологии приготовления бисквита, однако применение ЭК-способа выпечки для его производства изучено не было.

В связи с вышеизложенным, представляется актуальным проведение исследований по применению ЭК-энергоподвода для выпечки бисквита.

При проведении исследований ЭК-выпечку бисквита проводили в специально разработанной лабораторной установке. Установка представляет собой специальную форму с изменяемым объемом, изготовленную из неэлектропроводного термостойкого материала. На внутренних поверхностях двух противоположных стенок формы установлены пластины из нержавеющей стали, являющиеся электродами, включаемыми на время выпечки в сеть переменного тока промышленной частоты с возможностью регулирования подводимого напряжения. Установка снабжена приборами для измере-

ния силы тока и температуры тестовой заготовки в процессе выпечки [6].

Качество готового бисквита оценивали по следующим физико-химическим показателям: масса образца, весовой выход, объемный выход, удельный объем, кислотность.

Объемный выход (Ов) бисквита определяли как отношение объема бисквита к массе сухих веществ сырья, израсходованного на его приготовление, выраженное в процентах.

Весовой выход (Вв) определяли как отношение массы бисквита к массе сухих веществ сырья, израсходованного на его приготовление, выраженное в процентах.

Удельный объем (УдО) определяли как отношение объема бисквита к его массе, выраженное в процентах.

Для обобщенной оценки физико-химических свойств бисквита ЭК-выпечки нами был разработан комплексный показатель, включающий Ов, Вв, УдО и кислотность (Х).

Для расчета комплексного показателя физико-химических свойств (КПфх) бисквита была разработана 5-ти бальная шкала перевода значения отдельных физико-химических показателей ((Ов), (Вв), (УдО), (Х)) в баллы КПфх бисквита, представленная в таблице 1.

КПфх бисквита рассчитывали по формуле

$$\text{КПфх} = \frac{\text{Ов} \cdot k_1 + \text{Вв} \cdot k_2 + \text{УдО} \cdot k_3 + \text{Х} \cdot k_4}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4},$$

где k_1 ; k_2 ; k_3 ; k_4 – коэффициенты значимости соответственно для объемного выхода, весового выхода, удельного объема и кислотности: $k_1=4$; $k_2=3$; $k_3=4$; $k_4=1$.

Максимальное значение комплексного показателя физико-химических свойств составляет 5 баллов. Образцы, получившие хотя бы по одному показателю 2 балла и ниже считаются

неудовлетворительного качества и им присваивается минимальное значение равное 1 баллу.

Реологические характеристики бисквита исследовали с помощью лабораторной установки на основе метода, предусматривающего погружение в исследуемый образец различных инденторов (насадок). Основным рабочим органом установки является закрепленная на неподвижной станине штанга, имеющая возможность перемещать насадки в вертикальном направлении и снабженная уравнивающей и нагружающей системами. Установка снабжена набором сменных насадок, устанавливаемых на штанге, которые в зависимости от целей исследования, могут служить телами погружения, сжатия и разрушения. В частности, для оценки бисквита установка дает возможность изучить его сжимаемость и упругость.

Для оценки органолептических свойств бисквита ЭК-выпечки была отобрана группа экспертов, хорошо знающих продукт и технологию его приготовления.

На основе традиционных методик нами была разработана шкала органолептической оценки бисквита ЭК-выпечки по четырем показателям: вкусу, запаху, консистенции и внешнему виду, представленная в таблице 2. Для оценки каждого показателя введена 5-бальная шкала, в зависимости от свойств готового продукта. Средние баллы по каждому показателю вычисляются как среднее арифметическое оценок всех экспертов.

Для обобщенной оценки органолептических свойств бисквита ЭК-выпечки нами был разработан комплексный показатель органолептических свойств (КПорг), включающий внешний вид, консистенцию, вкус и запах. Комплексный показатель органолептических свойств бисквита рассчитывали как сумму баллов за отдельные показатели органолептических свойств, умноженных на соответствующие коэффициенты значимости

и деленных на сумму коэффициентов значимости. Коэффициенты значимости имели следующие значения: для внешнего вида – 3, для консистенции – 4, для вкуса – 8 и для запаха – 5. Коэффициенты значимости каждого показателя органолептических свойств бисквита ЭК-выпечки определяли путем опроса группы экспертов. Образцам, получившим по мнению экспертов хотя бы по одному показателю 2 балла и ниже, по комплексному показателю органолептических свойств присваивается минимальная оценка равная 1 баллу.

Исследовано влияние замены муки, входящей в рецептуру бисквита, крахмалом на процесс ЭК-выпечки и качество готовых изделий.

Для проведения исследований образцы замешивали по рецептуре, приведенной в таблице 3.

Приготовление полуфабриката осуществляли следующим образом: взбивали сахар-песок с яичной массой до увеличения объема массы в 3–4 раза, затем вносили оставшееся сырье, интенсивно перемешивали в течении 20–30 сек. Полуфабрикат помещали в лабораторную установку ЭК-выпечки. В процессе выпечки наблюдали изменение объема и температуры бисквита. ЭК-выпечка прекращалась по достижению температуры теста $90 \pm 2^\circ\text{C}$, так как к этому моменту из образца испарялась избыточная влага, объем образца переставал увеличиваться.

Графики изменения температуры и объема образцов в процессе ЭК-выпечки представлены соответственно на рисунках 1 и 2.

Анализ графиков изменения температуры показал, что замена муки крахмалом существенного влияния на процесс ЭК-выпечки не оказывает.

За первые 8,5–9,5 мин ЭК-выпечки температура всех образцов быстро поднимается до значения $87 \pm 5^\circ\text{C}$. В дальнейшем, до конца выпечки температуры увеличивается медленно и к 20-ой минуте достигает значения $90 \pm 5^\circ\text{C}$.

Таблица 1. Шкала перевода значения отдельных физико-химических показателей в баллы КПфх бисквитов

КП, балл	Ов, %	Вв, %	УдО, %	X, град
5	>650	>125	>546	<6,5
4	501–650	111–123	430–545	6,6–7,7
3	351–500	98–110	315–429	7,8–8,9
2	200–350	85–97	200–314	9,0–10,1
1	<200	<85	<200	>10,1
Коэффициент значимости	4	3	4	1

Таблица 2. Шкала оценки комплексного показателя органолептических свойств бисквита ЭЖ-выпечки

Показатель качества	Коэф. знач.	Оценка, баллы	Характеристика качества бисквита
Внешний вид	3	5	Форма правильная, соответствующая форме, в которой производилось выпечка без повреждений, трещин и подрывов, верхняя поверхность гладкая. Боковые поверхности гладкие. В разрезе некрошащаяся масса, хорошо пропеченная, с развитой равномерной пористостью, без следов непромеса. Окраска верхней поверхности равномерная. Цвет бисквита в разрезе свойственный данному виду изделия, равномерный.
		4	Форма правильная, верхняя поверхность изделия достаточно гладкая, единичные мелкие пузырьки, едва заметные мелкие трещины. Незначительная шероховатость боковых поверхностей. В разрезе некрошащаяся масса, хорошо пропеченная, с развитой достаточно равномерной пористостью, без следов непромеса. Цвет бисквита в разрезе свойственный данному виду изделия, достаточно равномерный
		3	Форма правильная, верхняя поверхность пузырчатая, заметные, но не крупные трещины и подрывы. Шероховатые боковые поверхности. В разрезе слегка крошащаяся масса, пропеченная. Пористость неравномерная, без следов непромеса. Допускается единичные участки неравномерной окраски верхней поверхности, единичные участки неравномерного цвета бисквита в разрезе.
		2	Форма правильная, верхняя поверхность изделия заметно пузырчатая, крупные трещины и подрывы. Боковые поверхности заметно шероховатые. В разрезе значительно крошащаяся масса, ощущение недостаточной пропеченности. Пористость неразвита, незначительное количество плотных, беспористых участков. Окраска верхней поверхности неравномерная. Цвет бисквита в разрезе неравномерный.
		1	Форма мятая, крупные трещины и подрывы, верхняя поверхность пузырчатая. Боковые поверхности шероховатые. В разрезе крошащаяся масса, непропеченная. Значительное количество плотных (беспористых) участков. Окраска верхней поверхности неравномерная, следы подгорелости. Цвет бисквита в разрезе неравномерный, темный.
Консистенция	4	5	Мягкий, нежный, эластичный бисквит, хорошо разжевываемый.
		4	Бисквит мягкий, эластичный, хорошо разжевываемый, допускается легкая суховатость.
		3	Бисквит удовлетворительно мягкий (немного уплотненный), эластичный. При разжевывании немного грубый, суховатый, слегка комкуется.
		2	Бисквит заметно уплотненный, малоэластичный. При разжевывании заметно грубый, сухой, крошится или слегка мажется, заметно комкуется.
		1	Бисквит сильно заминающийся, влажный на ощупь, неэластичный, мягкий. При разжевывании сильно комкуется, грубый.
Вкус	8	5	Вкус свойственный бисквиту, ярко выраженный. Вкус хорошо пропеченного бисквита.
		4	Вкус характерный для бисквита.
		3	Слабо выраженный, характерный для бисквита.
		2	Вкус бисквита не выражен, слегка кислый.
		1	Не характерный для бисквита вкус, резкокислый, горький, посторонний, не приятный.
Запах	5	5	Аромат свойственный бисквиту, ярко выраженный, приятный.
		4	Аромат характерный для бисквита, приятный.
		3	Слабо выраженный, характерный для бисквита.
		2	Аромат не выраженный, слегка кислый.
		1	Не характерный для бисквита аромат, резкокислый, плесневый, затхлый, посторонний, неприятный.

Анализ графиков изменения объема в процессе ЭК-выпечки показал, что самые высокие значения наблюдаются для образцов, в которых мука была полностью заменена крахмалом.

Замена муки крахмалом оказывает существенное влияние на изменение объема образцов в процессе ЭК-выпечки.

Объем образца, в котором мука полностью заменена крахмалом, в первые 4,5–5 мин ЭК-выпечки увеличился на 25%. В дальнейшем увеличение объема происходило быстрее, и за следующие 8,5 мин объем образца увеличился более чем 2 раза от первоначального объема 100%. В дальнейшем до конца ЭК-выпечки происходит снижение объема образца на 15%. Объем образца с частичной заменой муки крахмалом в первые 2–2,5 минуты изменялся незначительно, в течение следующих пяти минут увеличивался на 70%. В дальнейшем до конца выпечки уменьшился на 15–20%. Объем образца без замены муки крахмалом в первые 5 минут увеличился на 30%, в течение следующих

3–4 минут увеличился до своих максимальных значений (стал в 2,5 раза больше первоначального объема). В дальнейшем до конца ЭК-выпечки объем образца уменьшался на 15–20%.

Результаты экспертной оценки органолептических свойств готовых образцов бисквита представлены в таблице 4.

Комплексный показатель органолептических свойств (КПорг) составляет:

Образец №1:

$$КПорг = \frac{3 \cdot 3 + 3 \cdot 5 + 3 \cdot 4 + 3 \cdot 8}{3 + 5 + 4 + 8} = 3 \text{ балла}$$

Образец №2:

$$КПорг = \frac{3 \cdot 3 + 3,5 \cdot 5 + 3,5 \cdot 4 + 3,5 \cdot 8}{3 + 5 + 4 + 8} = 3,4 \text{ балла}$$

Образец №3:

$$КПорг = \frac{4 \cdot 3 + 4,5 \cdot 5 + 4,5 \cdot 4 + 4 \cdot 8}{3 + 5 + 4 + 8} = 4,2 \text{ балла}$$

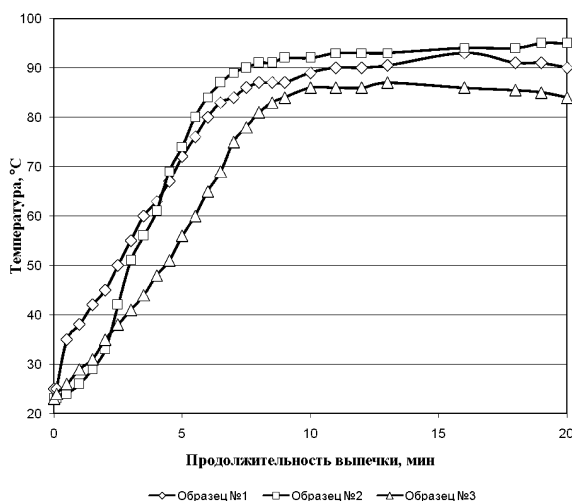


Рисунок 1. Графики изменения температуры образцов в процессе ЭК-выпечки

Таблица 3. Рецепт образцов

Наименование сырья	Масса сырья, г		
	Номер образцов		
	1	2	3
Мука пшеничная высшего сорта	50	40	-
Крахмал	-	10	50
Сахар-песок	50	50	50
Яйцо	83,5	83,5	83,5

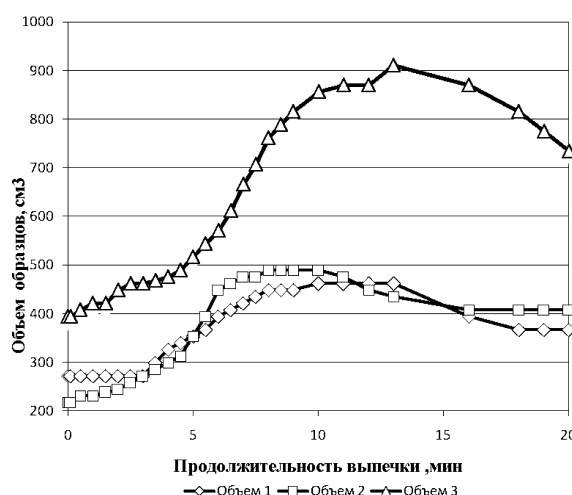


Рисунок 2. Графики изменения объема образцов в процессе ЭК-выпечки

Таблица 4. Результаты экспертной оценки органолептических свойств образцов бисквита, баллы.

Показатель	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Внешний вид	3	3	4
Аромат, запах	3	3,5	4,5
Консистенция	3	3,5	4,5
Вкус	3	3,5	4

Таблица 5. Сжимаемость, мм

Образец	Тип насадки								
	Сфера			Конус			Плоскость		
	масса нагрузки			масса нагрузки			масса нагрузки		
	100г	200г	300г	100г	200г	300г	100г	200г	300г
1	1	2	3	6	8	12	0,4	1	2,5
2	0,7	1,5	2,5	7	10	17	0,9	1,5	2,5
3	2	4	7	11	16	20	1,6	2,5	7

Таблица 7. Показатели качества бисквитного полуфабриката

Номер образца	m, г	V ₆ , см ³	Ов, %	Вв, %	УдО, %	X, град	КП _{фх}
1	113,5	435,2	383,3	103,9	368,8	7,6	3,1
2	114	462,4	405,5	115,8	350,3	8,0	3,3
3	150	448,8	299,2	85,3	350,6	9,6	2,3

Таблица 6. Упругость (восстанавливаемость),%

Образец	Тип насадки		
	Сфера	Конус	Плоскость
1	70	50	90
2	70		90
3	80		95

Результаты анализа готовых изделий показали, что наилучшим органолептическими свойствами обладал образец с полной заменой муки крахмалом, наихудшими – без замены муки крахмалом.

Результаты исследования реологических характеристик представлены в таблицах 5,6.

Анализ значений образцов показал, что с увеличением нагрузки для всех типов насадок наблюдается увеличение сжимаемости.

Наибольшая сжимаемость наблюдалась у образца с полной заменой муки крахмалом для всех типов насадок.

Упругость образцов при использовании конусной насадки имеет одинаковое значение. При использовании сферической и плоской насадок, наибольшая упругость наблюдалась у образцов с полной заменой муки крахмалом. Для образцов без замены муки крахмалом и с заменой 20% муки крахмалом, для конусной и плоской насадки значение упругости были одинаковы.

Физико-химические показатели качества готового бисквита и КП_{фх} представлены в таблице 7.

Анализ результатов оценки физико-химических показателей качества бисквита показал, что самые высокие значения комплексного по-

казателя физико-химических свойств наблюдались у образца с заменой 20% муки крахмалом, самые низкие – у образца с полной заменой муки крахмалом.

Анализ результатов проведенных исследований ЭК-выпечки бисквита позволил установить взаимосвязь между температурой и объемным выходом бисквита: объем образцов достигает максимального значения в момент максимальной температуры выпекаемой заготовки. Замена муки крахмалом существенного влияния на изменение температуры образцов в процессе ЭК-выпечки не оказывает. Замена муки крахмалом приводит к увеличению сжимаемости бисквита. Самые высокие значения комплексного показателя органолептических свойств были у образца с полной заменой муки крахмалом. Самые высокие значения комплексного показателя физико-химических свойств были у образца с заменой 20% муки крахмалом.

12.04.2014

Список литературы:

1. Разработка технологии производства хлеба с применением электроконтактного способа выпечки. Сидоренко Г.А., Попов В.П., Зинюхин Г.Б., Коротков В.Г., – Оренбург: ООИПК «Университет», 2013. – 118 с.
2. Электроконтактный энергоподвод при выпечке хлеба. Сидоренко Г.А., Попов В.П., Зинюхин Г.Б., Ялалетдинова Д.И., Зинюхина А.Г., Вестник ОГУ, №1. – 2012. – с. 212–221.

3. Способ выпечки хлеба. Попов В.П., Касперович В.Л., Сидоренко Г.А., Зинюхин Г.Б., Патент на изобретение RUS 2175839 07.10.1999.
4. Исследование возможности применения электроконтактного прогрева для выпечки бисквитного полуфабриката. Ребезов М.Б., Попов В.П., Сидоренко Г.А., Биктимирова Г.И. Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОООИПК «Университет», 2013. – с.1017–1021.
5. Матвеева И.В., Утарова А.Г., Пучкова Л.И. и др. Новое направление в создании технологии диабетических сортов хлеба. Обзор. инф. Серия: Хлебопекарная и макаронная пром-сть. – М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1991. – 44 с.
6. Ялалетдинова Д.И. Разработка технологии зернового хлеба с применением электроконтактного способа выпечки: диссертация... кандидата технических наук. – Москва, 2010. – с. 60–61.

Сведения об авторах:

Попов Валерий Павлович, заведующий кафедрой пищевой биотехнологии
Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

Сидоренко Галина Анатольевна, доцент кафедры технологии пищевых производств
Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

Биктимирова Гульсия Ильшатовна, магистрант кафедры пищевой биотехнологии
Оренбургского государственного университета

Зинюхин Георгий Борисович, доцент кафедры пищевой биотехнологии
Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук

Крахмалева Татьяна Михайловна, доцент кафедры пищевой биотехнологии
Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел.: 8(3532)37-24-65, e-mail: ppbt@mail.osu.ru