

ЭЛЕКТРОКОНТАКТНАЯ ВЫПЕЧКА ХЛЕБА С ДОБАВКОЙ СВЕКЛЫ

Сидоренко Г.А., Жангалеева С.Б., Попов В.П., Ханин В.П.
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
г. Оренбург

Одним из путей повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий является использование овощных добавок, в частности свеклы.

Использование свеклы как обогатительной добавки при производстве хлебобулочных изделий связано с особенностями её химического состава, в который входят: пищевые волокна, витамины группы А, В, РР, пантотеновая и фолиевая кислоты, макро и микроэлементы, такие как калий, кальций, фосфор, железо, цинк и др. Кроме этого свекла содержит такие физиологически важные вещества, как бетанин и бетаин, способствующие снижению кровяного давления, улучшению жирового обмена и предупреждению атеросклероза [1,2].

Однако, при традиционной радиационно-конвективной выпечке значительная часть биологически активных веществ сырья теряется из-за длительного воздействия высоких температур.

Электроконтактный (ЭК) способ прогрева позволяет ускорить выпечку хлеба, в большей степени сохранить биологически активные вещества сырья, предотвратить образование нежелательных веществ, неусвояемых организмом соединений. Кроме этого данный способ выпечки позволяет получить изделия с низким гликемическим индексом [3-6].

В связи с вышесказанным актуальным является использование электроконтактного энергоподвода для выпечки хлеба, обогащенного свекольной добавкой.

При проведении экспериментов свеклу использовали трех видов измельчения с размером частиц 0,75; 2,45; 5 мм². Количество добавляемой свеклы составляло 5, 10, 15 % от массы муки. Тесто готовили безопарным способом, расход сухих дрожжей составлял 2 %, соли – 0,7 % к массе пшеничной муки высшего сорта. Влажность готового теста составляла 53 % . Перед замесом соль и дрожжи, входящие в рецептуру, растворяли в воде. Брожение теста проводили при температуре 30±2 °С. Продолжительность брожения составляла 2 часа. Выброженные образцы теста помещали в форму для ЭК-выпечки и отправляли на расстойку при температуре 30±2 °С на 45 мин. Расстоявшиеся образцы выпекали ЭК-способом.

Графики зависимости температуры от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой свеклы со средним размером ее частиц 5; 2,45; 0,75 мм² представлены соответственно на рисунках 1, 2 и 3.

Анализ графиков изменения температуры в процессе электроконтактной выпечки, представленный на рисунке 1 показал, что для всех образцов температура за первые 150 секунд интенсивно увеличивается и достигает

максимального значения от 97 до 100 °С и до конца выпечки остается на этом уровне.

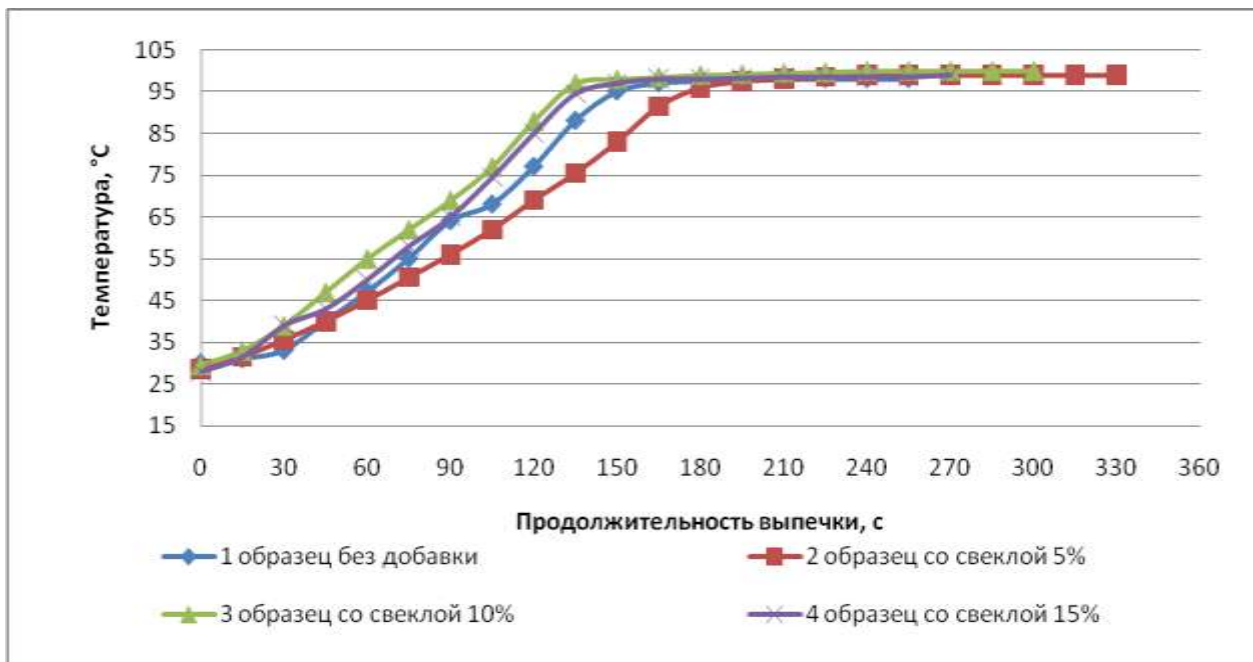


Рисунок 1 – График зависимости температуры от продолжительности выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы со средним размером ее частиц 5 мм²

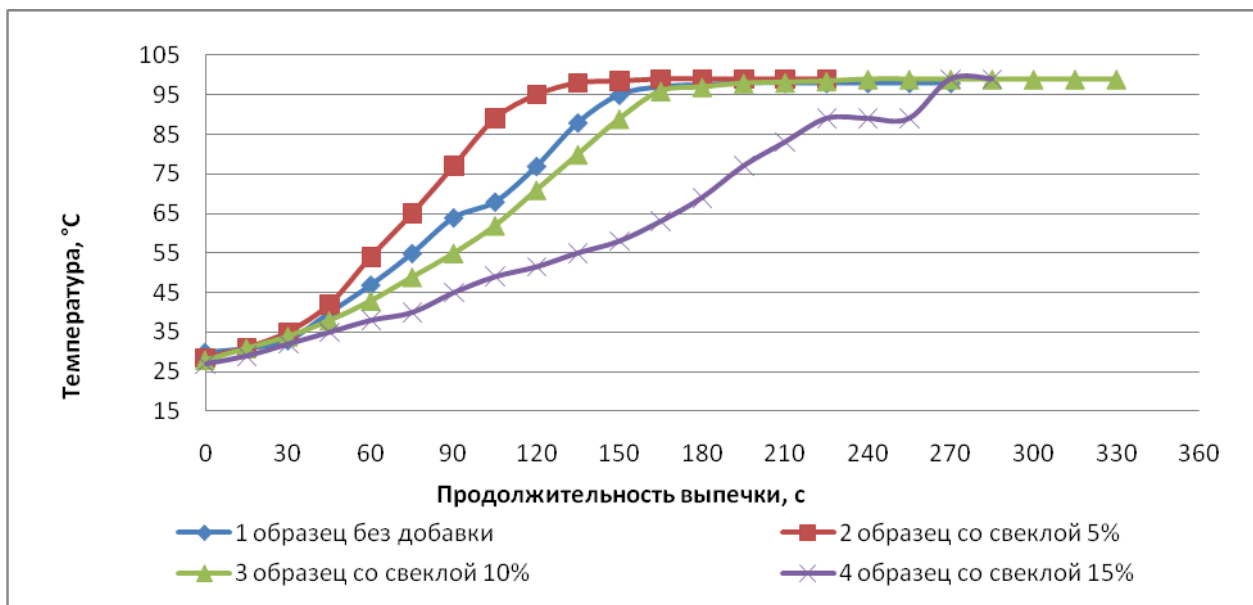


Рисунок 2 – График зависимости температуры от продолжительности выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы со средним размером ее частиц 2,45 мм²

Анализ графиков, представленных на рисунке 2, показал, что для образцов без добавки, с добавкой свеклы 5и 10 % температура за первые 150 секунд интенсивно увеличивается и достигает максимального значения от 97 до 100 °С и до конца выпечки остается на этом уровне. А для образца с добавкой свеклы 15 % температура имеет самые низкие значения, достигая значения 98 °С на 270 секунде.

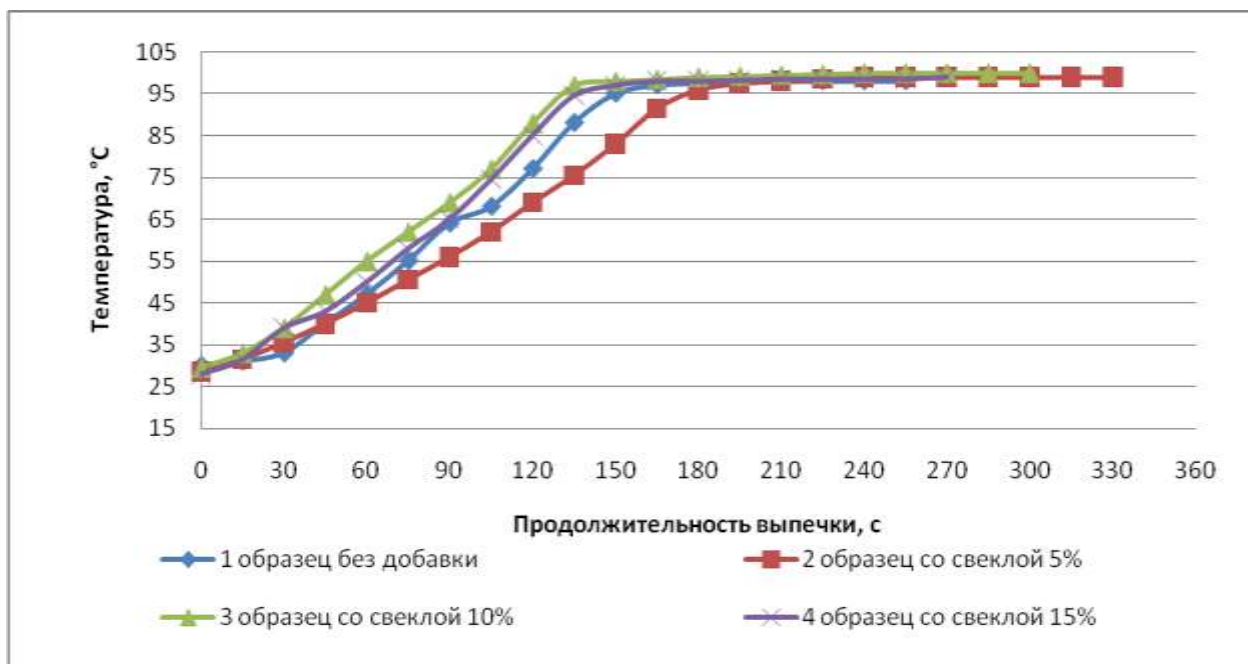


Рисунок 3 – График зависимости температуры от продолжительности выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы со средним размером ее частиц 0,75 мм²

Анализ графиков изменения температуры в процессе электроконтактной выпечки, представленный на рисунке 3 показал, что для всех образцов температура за первые 150 секунд интенсивно увеличивается и достигает максимального значения от 97 до 100 °С и до конца выпечки остается на этом уровне.

Графики зависимости мощности от продолжительности выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы со средним размером ее частиц 5; 2,45 и 0,75 мм² представлены соответственно на рисунках 4, 5 и 6.

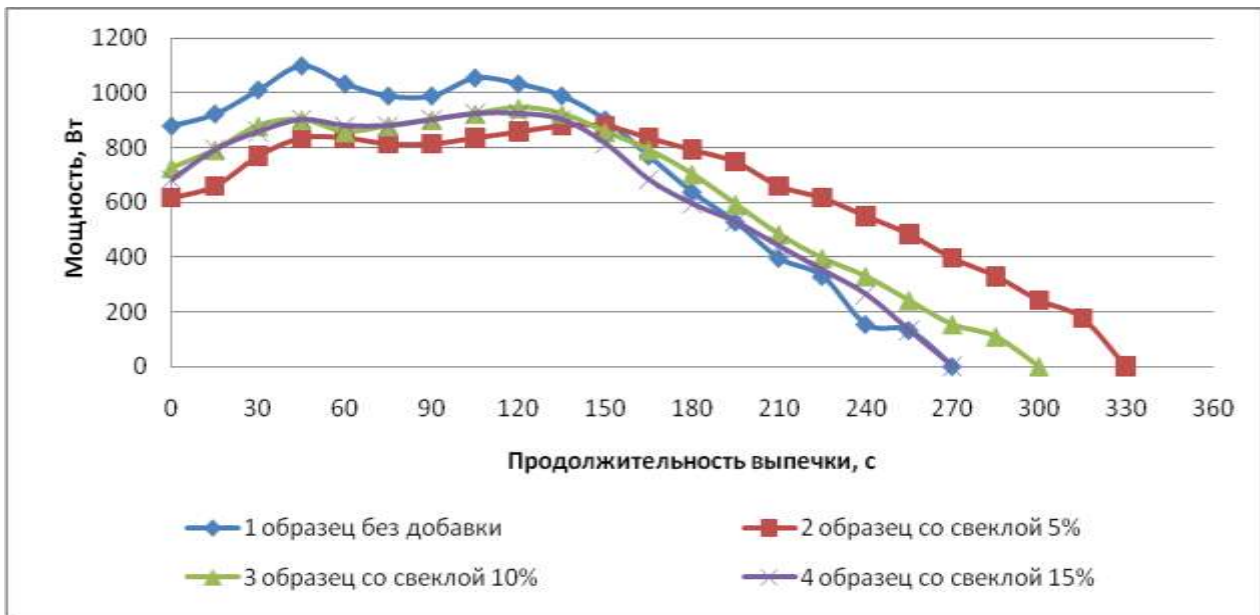


Рисунок 4 – График зависимости мощности от времени выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы со средним размером ее частиц 5 мм²

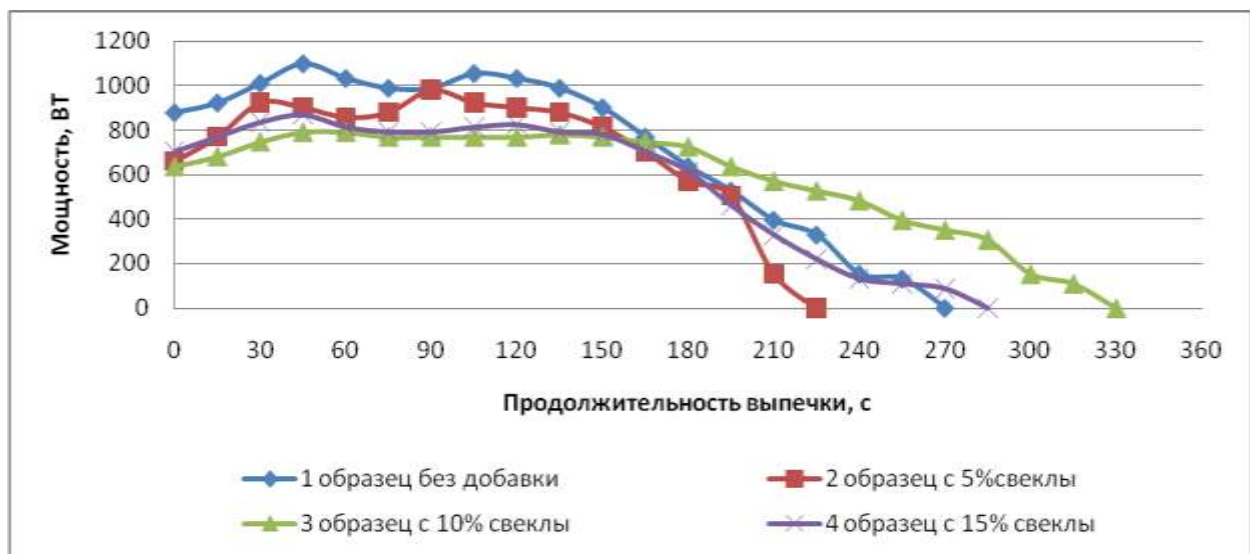


Рисунок 5 – График зависимости мощности от времени выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы со средним размером ее частиц 2,45 мм²

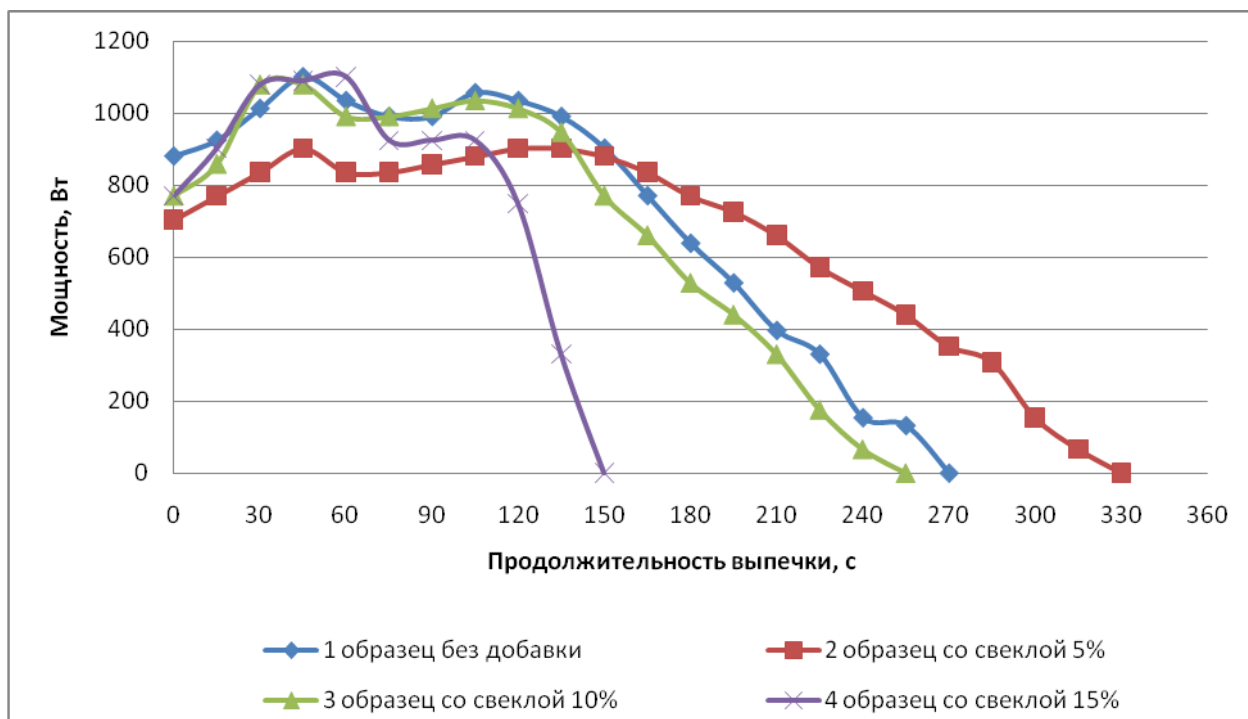


Рисунок 6 – График зависимости мощности от времени выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы со средним размером ее частиц 0,75 мм²

Анализ графика изменения мощности, представленный на рисунке 4 показывает, что в первые 45 секунд мощность достигает первого максимального значения, затем в течение 45 секунд снижается, после чего снова увеличивается до второго максимального пика, в дальнейшем до конца выпечки снижается до нулевых значений. Самые высокие значения мощности наблюдались у первого образца без добавки свеклы.

Анализ графика изменения мощности, представленного на рисунке 5, показывает, что в первые 45 секунд мощность первого образца без добавки достигает максимального пика, равного 1100 Вт, в последующие 45 секунд мощность уменьшается до 1000 Вт, затем в течение 15 секунд мощность достигает второго пика равного 1050 Вт и в дальнейшем до конца выпечки плавно снижается до 0. Для второго образца с дозировкой свеклы 5 % первый пик наступает на 30 секунде и составляет 950 Вт, в последующие 30 секунд происходит уменьшение мощности до 880 Вт и за следующие 30 секунд наступает второй пик, равный 980 Вт далее происходит медленное снижение мощности до 0 °С. Для третьего и четвертого образцов с дозировкой свеклы 10 и 15 % первый пик наступает на 45 секунде и достигает 820 Вт, а в последующее время происходит медленное снижение мощности до нулевых значений до конца выпечки.

Анализ графика изменения мощности, представленный на рисунке 6 показывает, что для четвертого образца с дозировкой свеклы 15 % в первые 30 секунд мощность достигает максимального пика, равного 1100 Вт, в

последующие 30 секунд мощность остается на том же уровне, далее увеличивается до второго пика, равного 1100 Вт, после чего происходит снижение мощности до 900 Вт, удерживание на этом уровне около 30 секунд и дальнейшее снижение до нулевых значений на 150 секунде выпечки. Самые высокие значения мощности наблюдались у образцов без добавки свеклы и с добавкой свеклы 10 %, для которых в первые 45 секунд мощность достигает первого максимального значения, затем в течение 45 секунд снижается, после чего снова увеличивается до второго максимального пика, в дальнейшем до конца выпечки снижается до нулевых значений. Для второго образца с добавкой свеклы 5 % первый пик повышения мощности до 900 Вт наблюдается на 45 секунде, далее происходит постепенное снижение и второй пик происходит на 120 секунде и в дальнейшем мощность снижается, достигая нулевых значений на 330 секунде выпечки.

Органолептическую оценку бескоркового хлеба проводили методом ранжирования по четырем показателям: вкусу, запаху, консистенции и внешнему виду. Для оценки органолептических свойств была отобрана группа экспертов, являющихся специалистами в области хлебопечения, хорошо знающими продукт и технологию его приготовления. Вычисление комплексного показателя органолептических свойств ($КП_{ОРГ}$) бескоркового хлеба проводилось путем суммирования рангов по каждому показателю, умноженных на коэффициент значимости, которые составляли для внешнего вида – 3, консистенции – 4, вкуса – 10 и запаха – 3. Далее вычисляли весовой коэффициент $КП_{ОРГ}$.

Качество хлеба оценивали также по физико-химическим показателям: влажности, пористости, кислотности, объемному и весовому выходу. Для вычисления комплексного показателя физико-химических свойств ($КП_{ФХ}$) бескоркового хлеба была разработана десятибалльная шкала перевода значений отдельных показателей в баллы $КП_{ФХ}$. При этом $КП_{ФХ}$ определялся как сумма баллов за каждый показатель качества хлеба, умноженных на соответствующий коэффициент значимости, который составил: для объемного выхода-3, для весового выхода – 2, для пористости – 3, для кислотности – 1, для влажности – 1, для продолжительности выпечки - 2. Далее вычисляли весовой коэффициент $КП_{ФХ}$.

В таблице 1 приведены показатели качества образцов бескоркового хлеба с различной добавкой свеклы с размером частиц 0,75; 2,45; 5 мм².

Таблица 1 - Показатели качества бескоркового хлеба с добавкой свеклы различной степени измельчения

Средний размер частиц измельченной свеклы, мм ²	Показатель качества хлеба	Дозировка свеклы, %			
		0	5	10	15
5	Весовой выход, %	146,7	149,5	161,2	164,8
	Объемный выход, %	477,0	517,2	533,5	540,5
	Пористость, %	54,4	78,07	79,0	82,0
	Кислотность, град	3,7	2,6	2,8	3,6
	Влажность, %	43,0	47,5	47,5	37,6
	КП _{ФХ}	0,21	0,25	0,28	0,26
	КП _{ОРГ}	0,14	0,22	0,25	0,39
2,45	Весовой выход, %	146,7	162,8	154,7	162,8
	Объемный выход, %	477	524,5	540,6	533,4
	Пористость, %	54,4	61,2	67,3	68,6
	Кислотность, град	3,7	3,7	2,6	4,6
	Влажность, %	43,0	44,5	43,5	46,5
	КП _{ФХ}	0,22	0,26	0,26	0,26
	КП _{ОРГ}	0,34	0,29	0,19	0,19
0,75	Весовой выход, %	146,7	146	155,4	166,1
	Объемный выход, %	477	731,6	638	396,1
	Пористость, %	54,4	68,6	64,8	23,6
	Кислотность, град	3,7	4,3	5	3,8
	Влажность, %	43	40	37	44
	КП _{ФХ}	0,22	0,28	0,26	0,24
	КП _{ОРГ}	0,31	0,30	0,29	0,10

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

1) Установлен характер изменения силы тока и температуры образцов в процессе ЭК-выпечки. Для большинства исследованных образцов температура выпекаемой тестовой заготовки в первые от 150 до 180 секунд увеличивается до значения от 98 °С до 100°С и остается на достигнутом уровне до конца выпечки. Сила тока для большинства исследуемых образцов изменяется по следующей зависимости: первые от 30 до 40 секунд - увеличивается до первого пикового значения (с увеличением температуры от 40 °С до 45 °С) в последующее от 20 до 30 секунд – снижается, затем снова увеличивается до второго пикового значения (с достижением температуры от 75 °С до 85 °С) и в дальнейшем до конца выпечки снижается до нулевого значения. Увеличение дозировки свеклы от 0 до 15 % приводит к снижению энергоемкости, то есть к ускорению процесса выпечки;

2) анализ показателей качества готовых изделий показал:

- с увеличением дозировки свеклы от 0 до 15% весовой выход хлеба увеличивается, на кислотность и влажность изменение дозировки свеклы от 0 до 15 % существенного влияния не оказывает;

- для образцов с добавкой свеклы с размером частиц 5 и 2,45 мм² с увеличением дозировки свеклы от 0 до 15 % пористость увеличивается, а для образцов с добавкой свеклы с размером частиц 0,75мм² от 0 до 5 % увеличивается, а при дальнейшем увеличении дозировки свеклы – уменьшается;

- для образцов с добавкой свеклы с размером частиц 5 мм² с увеличением дозировки свеклы от 0 до 15 % объемный выход увеличивается; для образцов с добавкой свеклы с размером частиц 2,45 мм² с увеличением дозировки свеклы от 0 до 10 % объемный выход - увеличивается, а при дальнейшем увеличении дозировки свеклы - снижается. Для образцов с добавкой свеклы с размером частиц 0,75 мм² с увеличением дозировки свеклы до 5 % объемный выход увеличивается, а при дальнейшем увеличении дозировки свеклы - снижается;

- для образцов с добавкой свеклы с размером частиц 5 и 2,45 мм² с увеличением дозировки свеклы от 0 до 15 % пористость увеличивается. Для образцов с добавкой свеклы с размером частиц 0,75 мм² с увеличением дозировки свеклы до 5 % пористость увеличивается, а дальнейшем увеличении дозировки свеклы - снижается;

- комплексный показатель органолептических свойств образцов с добавкой свеклы с размером частиц 5 мм² с увеличением дозировки свеклы от 0 до 15% увеличивается, а для образцов с добавкой свеклы с размером частиц 2,45 мм² и 0,75 мм² –уменьшается.

- оптимальное сочетание органолептических и физико-химических показателей качества были у образца с добавкой свеклы 15 % с размером частиц 5 мм².

Список литературы

1. Шлеленко Л. А. Использование овощных и фруктовых порошков в хлебопечении / Л. А. Шлеленко [и др.] // Хлебопродукты. – 2014. - №7. – С. 41-42.

2. Мацейчик, И. В. Биологически активные вещества пюреобразных продуктов переработки растительного сырья / И. В. Мацейчик [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. - №10. – С. 24-26.

3. Сидоренко, Г.А. Электроконтактный прогрев как один из способов выпечки хлебобулочных изделий / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Д.И. Ялалетдинова, В.П. Ханин, Т.В. Ханина / Хлебопечение России. - 2013. - № 1. - С. 14-17.

2. Сидоренко, Г.А. Разработка технологии производства хлеба с применением электроконтактного способа выпечки: монография / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Г.Б. Зинюхин, В.Г. Коротков. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. - 119 с.

3. Матвеева, И.В. Новое направление в создании технологии диабетических сортов хлеба / И.В. Матвеева, А.Г. Утарова, Л.И. Пучкова и др.

Серия.: Хлебопекарная и макаронная промышленность. - М.: ЦНИИТЭИ Хлебопродуктов, 1991. - 44 с.

4. Жангалеева, С.Б. Исследование влияния добавки свеклы на процесс брожения теста, ЭК - выпечки и качество бескоркового хлеба /С.Б. Жангалеева, Г.А. Сидоренко, Т.В. Ханина, Э.Ш. Манеева, А.С. Ахтямова //Сборник материалов Международной научной конференции: «Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации», посвященной 60-летию Оренбургского государственного университета. –Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2015. – с. 261-266.

