

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ СВЕКЛЫ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ВЫПЕЧКИ И КАЧЕСТВО БЕСКОРКОВОГО ХЛЕБА

**Жангалеева С.Б., Сидоренко Г.А., Ахтямова А.С., Владимиров Н.П.
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

В настоящее время актуальным является разработка новых функциональных продуктов питания. В хлебопечении перспективным является использование плодово-овощных добавок, в частности свеклы. Выбор свеклы как добавки при производстве хлебобулочных изделий связан с особенностями её химического состава, в который входят: витамины группы А, В, РР; пантотеновая и фолиевая кислоты; макро и микроэлементы, такие как калий, кальций, фосфор, железо, цинк; пищевые волокна и другие биологически активные вещества. Кроме этого свекла содержит такие физиологически важные вещества, как бетанин и бетаин, способствующие улучшению жирового обмена, предупреждению атеросклероза, снижению кровяного давления,

Рациональная технология производства хлебобулочных изделий должна предусматривать обеспечение сохранности полезных свойств продукта на каждом этапе его приготовления, а в частности и на этапе его выпечки.

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 [1-11].

В связи с вышесказанным актуальным является исследование особенностей электроконтактной выпечки хлеба, обогащенного свеклой.

Для ЭК-выпечки хлеба использовали специально разработанную лабораторную установку. Установка представляет собой форму, 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. Установка снабжена приборами для измерения силы тока и температуры тестовой заготовки в процессе выпечки [1-10].

Для исследования влияния степени измельчения свеклы на процесс ЭК-выпечки и качества готовых изделий готовили образцы с добавкой свеклы разной степени измельчения. Свеклу использовали трех видов измельчения с размером частиц 0,75; 2,45; 5 мм². Размер частиц свеклы определяли после разделения на фракции штангенциркулем. Площадь поперечного сечения частиц определяли принимая условно форму площади за прямоугольник, треугольник или сегмента круга, в зависимости от близости формы площадей к тому или иному элементу. Среднюю площадь поперечного сечения определяли как средневзвешенное площадей поперечного сечения всех фракций измельченных частиц.

Количество добавляемой свеклы составляло 5, 10, 15 % от массы муки для каждого вида измельчения. Тесто готовили безопарным способом, влажностью 53 %. Расход сухих дрожжей составлял 2 %, соли – 0,7 % к массе пшеничной муки высшего сорта. Перед замесом дрожжи и соль растворяли в воде. Брожение теста проводили в течение 1, 5 ч при температуре 30 ± 2 °С. Выброженные образцы теста массой 450г помещали в форму для ЭК выпечки и отправляли на расстойку в течение 45 мин при температуре 30 ± 2 °С. Расстоявшиеся образцы выпекали ЭК способом, контролируя при этом силу тока и температуру образцов.

График изменения температуры в процессе выпечки образцов с различной дозировкой свеклы с размером частиц 5 мм² представлен на рисунке 1, график изменения мощности - на рисунке 2.

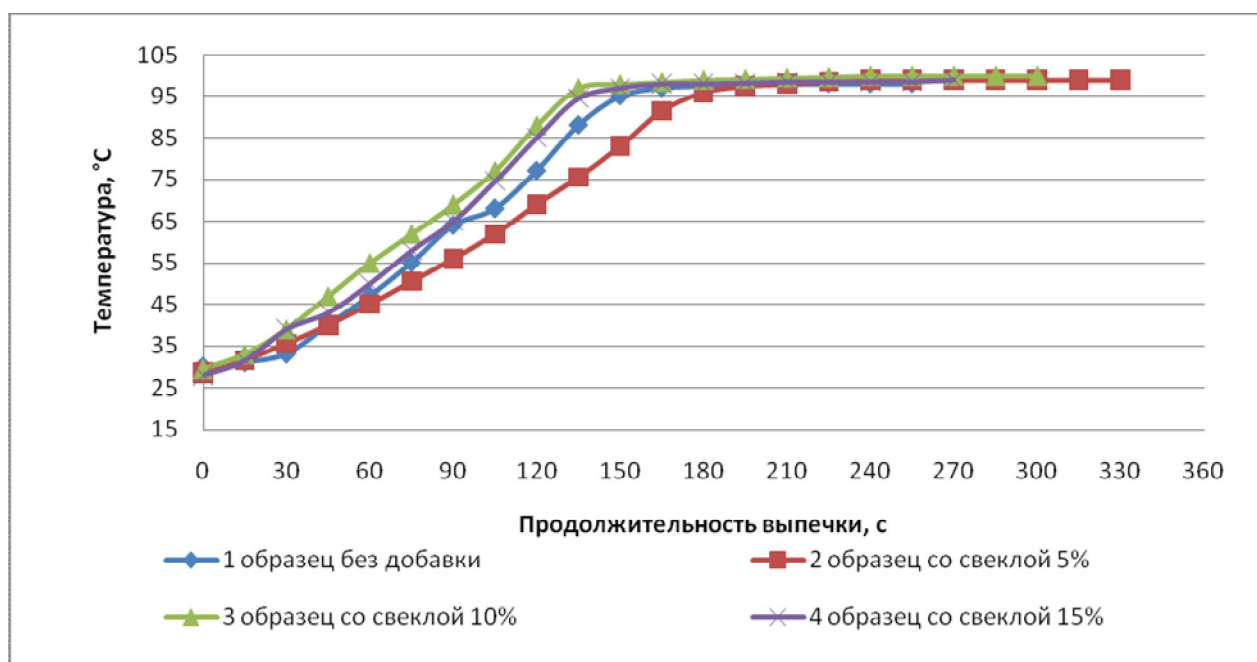


Рисунок 1 – График изменения температуры в процессе ЭК выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы с размером частиц 5 мм²

Анализ графиков изменения температуры в процессе ЭК выпечки 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.

Анализ графиков изменения мощности показывает, что впервые 45 секунд мощность достигает максимального пика, в последующие 45 секунд мощность уменьшается, а затем в течение 15 секунд - достигает второго пика, после чего плавно снижается до 0. Самые высокие значения мощности отмечаются у образца без добавки свеклы. Самые низкие значения наблюдаются у образцов с добавкой свеклы 5 и 15 %.

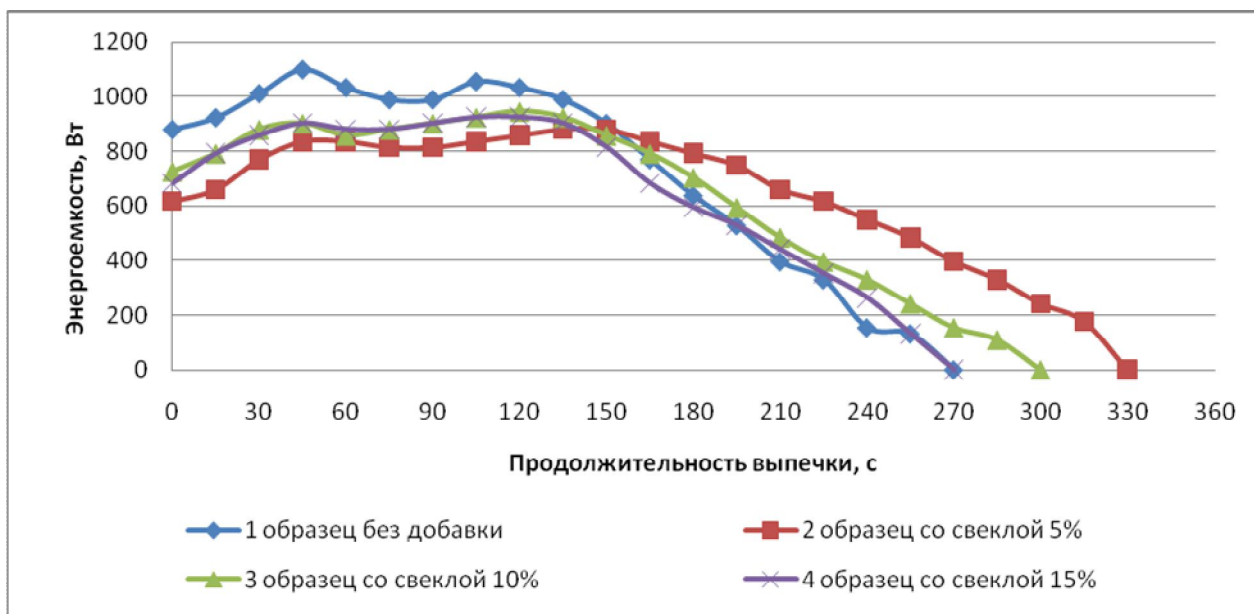


Рисунок 2 – График изменения мощности в процессе ЭК выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы с размером частиц 5 мм²

График изменения температуры в процессе выпечки образцов с различной дозировкой свеклы с размером частиц 2,45 мм² представлен на рисунке 3, график изменения мощности - на рисунке 4.

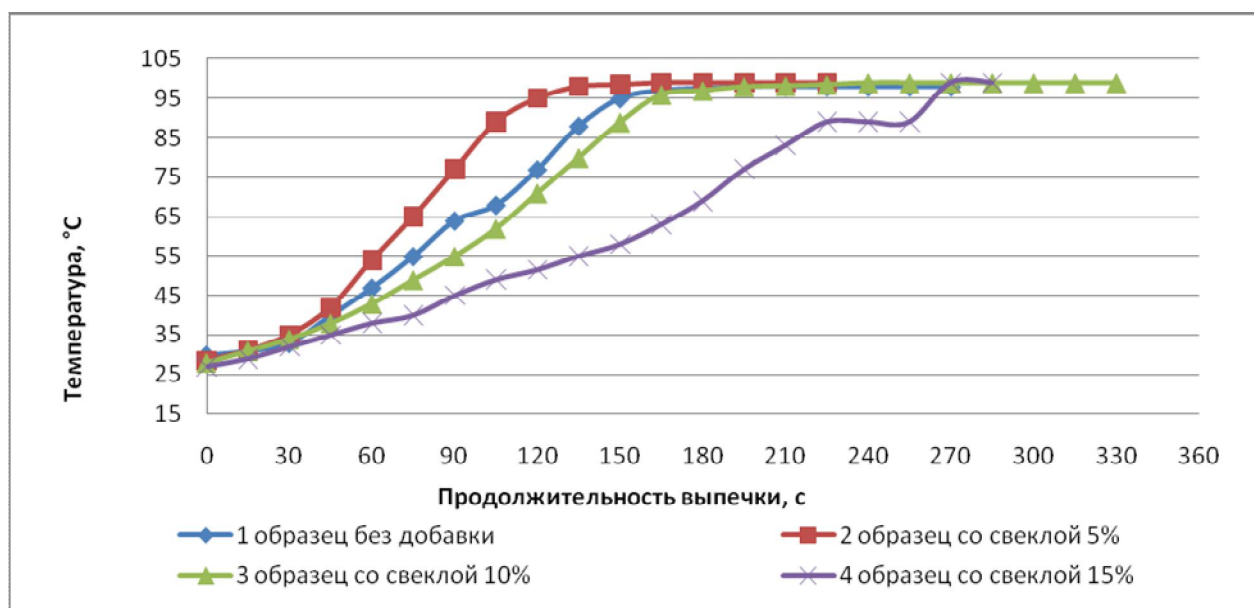


Рисунок 3 – График изменения температуры в процессе ЭК выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы с размером частиц 2,45 мм²

Анализ графиков изменения температуры в процессе ЭК выпечки, представленных на рисунке 3, показал, что для образцов без добавки свеклы, с добавкой свеклы 5 % и 10 % температура за первые 150 секунд интенсивно увеличивается и достигает максимального значения от 97 до 100 °C и до конца выпечки остается на этом уровне. А для образца с добавкой свеклы 15 % температура увеличивалась медленно и достигла значения 98 °C за 270 секунд.

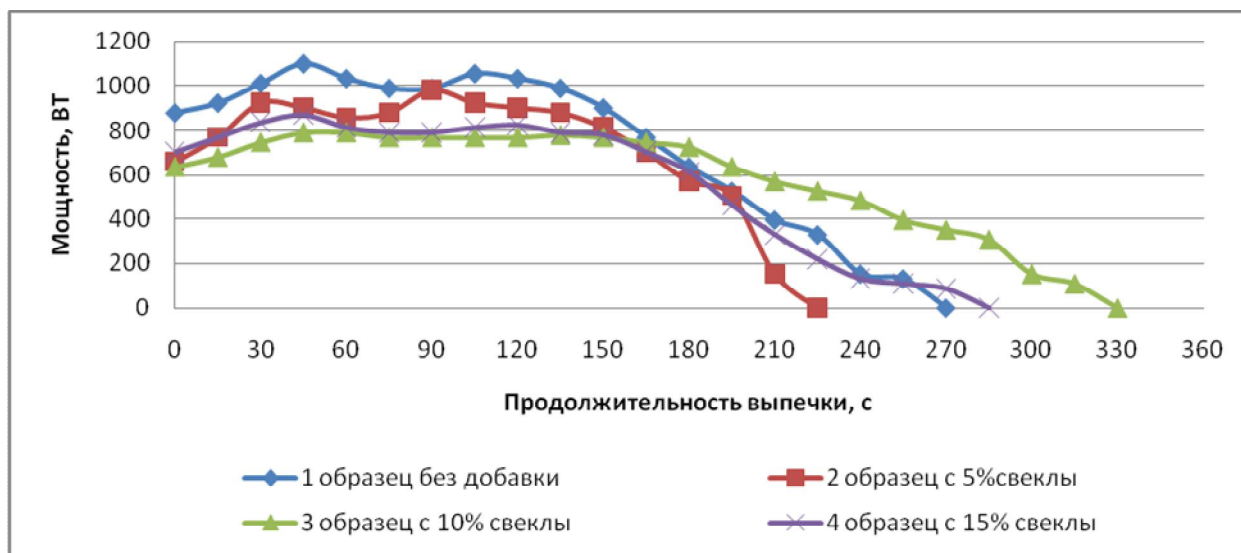


Рисунок 4 – График изменения мощности в процессе ЭК выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы с размером частиц 2,45 мм²

Анализ графиков изменения мощности, представленных на рисунке 4, показывает, что в первые 45 секунд мощность образца без добавки свеклы достигает максимального пика, равного 1100 Вт, в последующие 45 секунд мощность уменьшается до 1000 Вт, а затем в течение 15 секунд мощность достигает второго пика, после чего плавно снижается до 0. Для образца с добавкой 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, далее происходит медленное снижение температуры до 0 °С. Для образцов с добавкой свеклы 10 и 15 % первый пик наступает на 45 секунде, а в последующее время происходит медленное понижение мощности. Самые высокие значения мощности отмечаются у образца без добавки свеклы.

График изменения температуры в процессе выпечки образцов с различной дозировкой свеклы с размером частиц 0,75 мм² представлен на рисунке 5, график изменения мощности - на рисунке 6.

Анализ графиков, представленных на рисунке 5, 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.

Анализ графика изменения мощности, представленных на рисунке 6, показал, что для образца с добавкой свеклы 15 % в первые 30 секунд мощность достигает максимального пика, равного 1100 Вт, в последующие 30 секунд мощность остается практически на том же уровне, далее в течение 90 секунд происходит снижение мощности до 0. Для образцов без добавки свеклы и с добавкой свеклы 10 % первый пик, равный 1100 Вт достигается через 30-45 секунд, через следующие 60 секунд – второй пик 1050 Вт, а затем в течение 160-170 секунд снижение мощности до 0. Для образца с добавкой свеклы 5 % первый пик повышения мощности до 900 Вт наблюдается через 45 секунд,

второй пик происходит на 120 секунде и затем мощность постепенно снижается до 0.

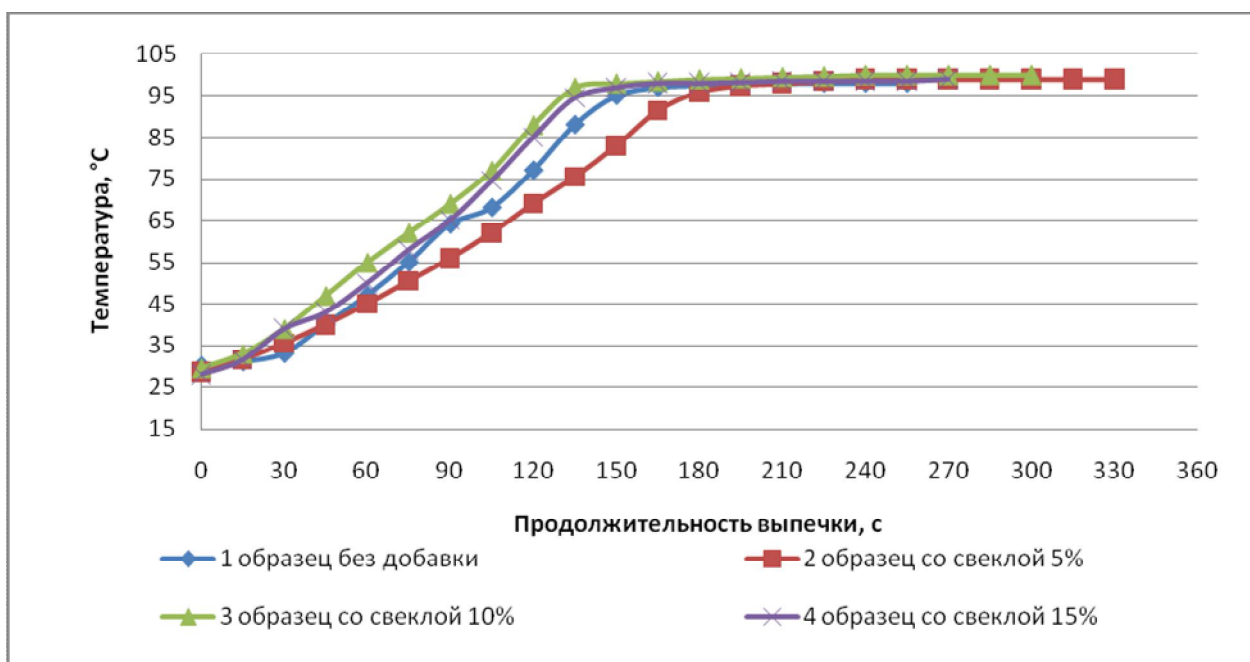


Рисунок 5 – График изменения температуры в процессе ЭК выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы с размером частиц 0,75 мм²

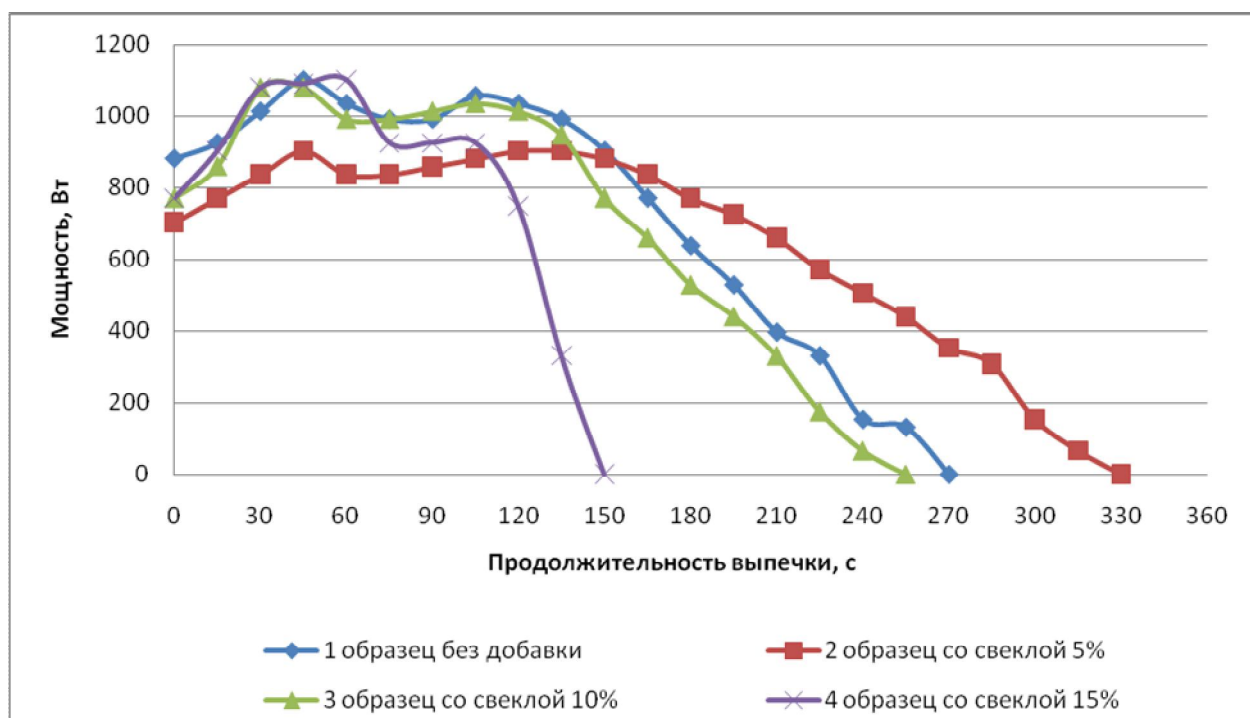


Рисунок 6 – График изменения мощности в процессе ЭК выпечки для образцов с различной дозировкой свеклы с размером частиц 0,75 мм²

Органолептическую оценку готового 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 его технологию его приготовления. Вычисление комплексного показателя органолептических свойств ($KП_{орг}$) 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.

Качество бескоркового хлеба оценивали по физико-химическим показателям: влажности, пористости, кислотности, объемный и весовой выход. Для вычисления комплексного показателя физико-химических свойств ($KП_{фх}$) бескоркового хлеба была разработана десятибалльная шкала перевода значений отдельных показателей в баллы $KП_{фх}$ [12]. При этом $KП_{фх}$ 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 $KП_{фх}$.

Показатели качества бескоркового хлеба с добавкой свеклы различной степени измельчения представлены в таблице 1.

Анализ полученных данных позволил сделать следующие выводы:

- однозначного влияния дозировки свеклы от 0 до 15% для исследованных степеней измельчения на весовой выход, влажность и кислотность нами обнаружено не было;

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

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

- для образцов с добавкой свеклы с размерами частиц 5 мм² при увеличении дозировки свеклы от 0 до 15 % $KП_{фх}$ увеличивается. Образцы с добавкой свеклы с размерами частиц 2,45 мм² при дозировках от 5 до 15 % имели более высокие значения $KП_{фх}$. Для образцов с добавкой свеклы с размерами частиц 0,75 мм² с увеличением дозировки свеклы до 5 % объемный выход увеличивается, а при дозировке свеклы от 10 до 15 % объемный выход снижается;

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

- КП_{ОРГ} образцов с добавкой свеклы с размерами частиц 5 мм² с увеличением дозировки свеклы от 0 до 15% увеличивается, а для образцов с добавкой свеклы с размерами 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 размерами ее частиц 5 мм².

Список литературы

1. 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. Пат. 2354118 Российская Федерация, Способ производства зернового хлеба / Сидоренко Г.А., Ялалетдинова Д.И., Бакирова Л.Ф., Попов В.П., Коротков В.Г. 30.07.2007.
4. Пат. 2175839 Российская Федерация, Способ выпечки хлеба / Попов В.П., Касперович В.Л., Сидоренко Г.А., Зинюхин Г.Б. 07.10.1999
5. Сидоренко, Г.А. Исследование особенностей выпечки бескоркового хлеба на основе системного подхода / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, В.Л. Касперович //Вестник ОГУ, 1999. - № 1. – С.81-86.
6. Ялалетдинова, Д.И. Применение электроконтактного энергоподвода для выпечки зернового хлеба / Ялалетдинова Д.И. Сидоренко Г.А., Попов В.П. / Хранение и переработка сельхозсырья. - 2009. - № 2. - С. 23-26.
7. Ялалетдинова, Д.И. Технология зернового хлеба с применением электроконтактного способа выпечки / Д.И. Ялалетдинова, Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, В.Г. Коротков, М.С. Краснова // Хлебопродукты.- 2013. - №8. – С. 52 - 55.
8. Электроконтактный энергоподвод при выпекании хлеба / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Г.Б. Зинюхин, Д.И. Ялалетдинова, А.Г. Зинюхина // Вестник Оренбургского государственного университета, 2012. - № 1. - С. 214-221.
9. Оптимизация технологии электроконтактной выпечки хлеба / М.С. Краснова, Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Д.И. Ялалетдинова, Т.В. Ханина, А.В. Берестова // Хлебопечение России, 2013. - № 4. - С. 2-4.
10. Применение электроконтактного способа выпечки при производстве бескоркового хлеба / В.Г. Коротков, Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, М.С. Краснова, Т.В. Ханина // Хлебопродукты, 2013. - № 10. - С. 52-55.
11. 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.
12. 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.