

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБА С ДОБАВКОЙ МОРКОВИ

**Ахтямова А.С., Сидоренко Г.А., Краснова М.С.**  
**ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,**  
**г. Оренбург**

В настоящее время актуальным является разработка новых видов хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью. Одним из путей повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий является использование овощных добавок, в частности моркови.

При добавлении моркови хлебобулочные изделия можно обогатить витаминами В1, В2, РР, С, макро- и микроэлементами, такими как калий, кальция, железа, фосфора, а также бор, бром, марганец, медь и другие элементы. Морковь богата  $\beta$ -каротином, который является источником витамина А и антиоксидантом в организме человека. Морковь содержит пищевые волокна, в том числе пектиновые вещества, которые обладают защитными свойствами для пищеварения [1,2].

При разработке рациональной технологии приготовления продуктов следует предусматривать сохранность полезных веществ используемого сырья. Однако, при производстве хлебобулочных изделий на этапе традиционной радиационно-конвективной выпечки значительная часть биологически активных веществ сырья теряется в результате длительного воздействия высоких температур. Применение других способов энергоподвода позволяет изменить характер теплового воздействия на выпекаемую заготовку. Так при электроконтактном (ЭК) энергоподводе тестовая заготовка прогревается быстро, равномерно во всей массе, а температура ее не превышает  $100^{\circ}\text{C}$ , что позволяет 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 с добавкой моркови.

При проведении экспериментов свеклу использовали трех видов измельчения с размером частиц 0,5; 2,45; 5 мм<sup>2</sup>. Количество добавляемой свеклы составляло 0, 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  $30\pm 2^{\circ}\text{C}$  в течение 2 часов. Выброженные образцы теста помещали в форму для ЭК-выпечки и отправляли на расстойку при температуре  $30\pm 2^{\circ}\text{C}$  в течение 45 мин. Расстойшиеся образцы выпекали ЭК-способом.

График зависимости температуры от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $0,5 \text{ мм}^2$  представлен на рисунке 1.

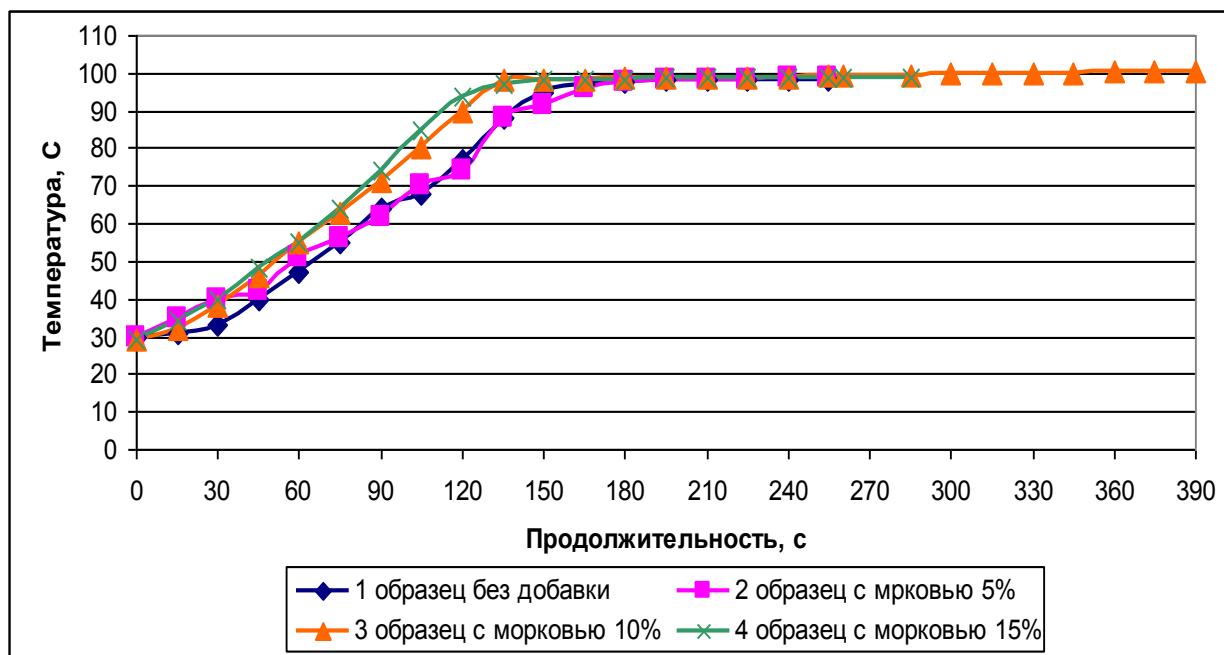


Рисунок 1 - График зависимость температуры от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $0,5 \text{ мм}^2$

Анализ графиков, представленных на рисунке 1 показал, что дозировка моркови 0-15% со средним размером частиц  $0,5 \text{ мм}^2$  существенного влияния на характер изменения температуры образцов в процессе электроконтактной выпечки не оказывает. Для всех образцов температура за первые 130-160 секунд достигала максимального значения  $98 - 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$  и до конца выпечки оставалась на этом уровне.

График зависимости мощности от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $0,5 \text{ мм}^2$  представлен на рисунке 2.

Анализ графиков, представленных на рисунке 2 показал, что в процессе электроконтактной выпечки, в первые 45 секунд мощность достигает первого максимального пика равного, в следующие 20-30 секунд снижается, далее повышается и достигает второго пика, после чего снижается до конца выпечки до нулевых значений. Самые высокие значения мощности наблюдались у первого образца без добавки моркови.

График зависимости температуры от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $2,45 \text{ мм}^2$  представлен на рисунке 3.

Анализ графиков, представленных на рисунке 3 показал, что для всех образцов температура за первые 120-150 секунд достигает максимального значения  $98 - 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$  и до конца выпечки остается на этом уровне.

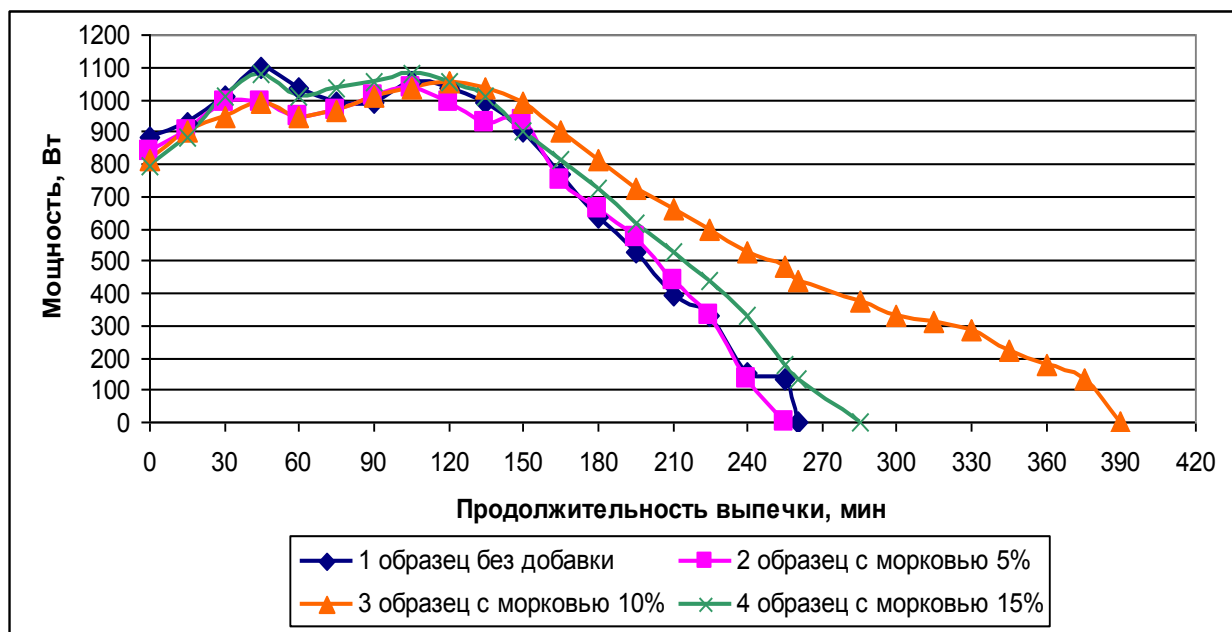


Рисунок 2- График зависимости мощности от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $0,5 \text{ мм}^2$

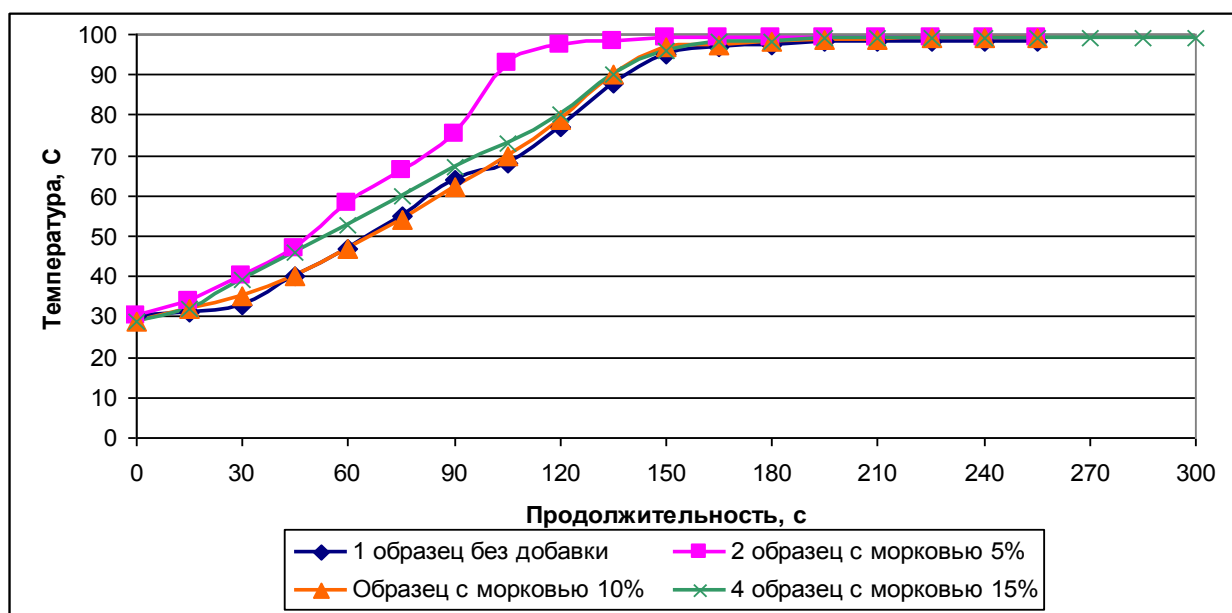


Рисунок 3 - График зависимость температуры от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $2,45 \text{ мм}^2$

График зависимости мощности от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $2,45 \text{ мм}^2$  представлен на рисунке 4.

Анализ графиков изменения мощности в процессе электроконтактной выпечки показал, что для большинства образцов в первые 30-45 секунд мощность достигает первого максимального пика, затем в течение 30-50 секунд

снижается, далее возрастает и достигает второго пика, после чего снижается до конца выпечки до нулевых значений. Самые высокие значения мощности наблюдались у первого образца без добавки моркови и у второго образца с добавкой моркови 5%. Самые низкие значения мощности наблюдались у четвертого образца с дозировкой моркови 15 %.

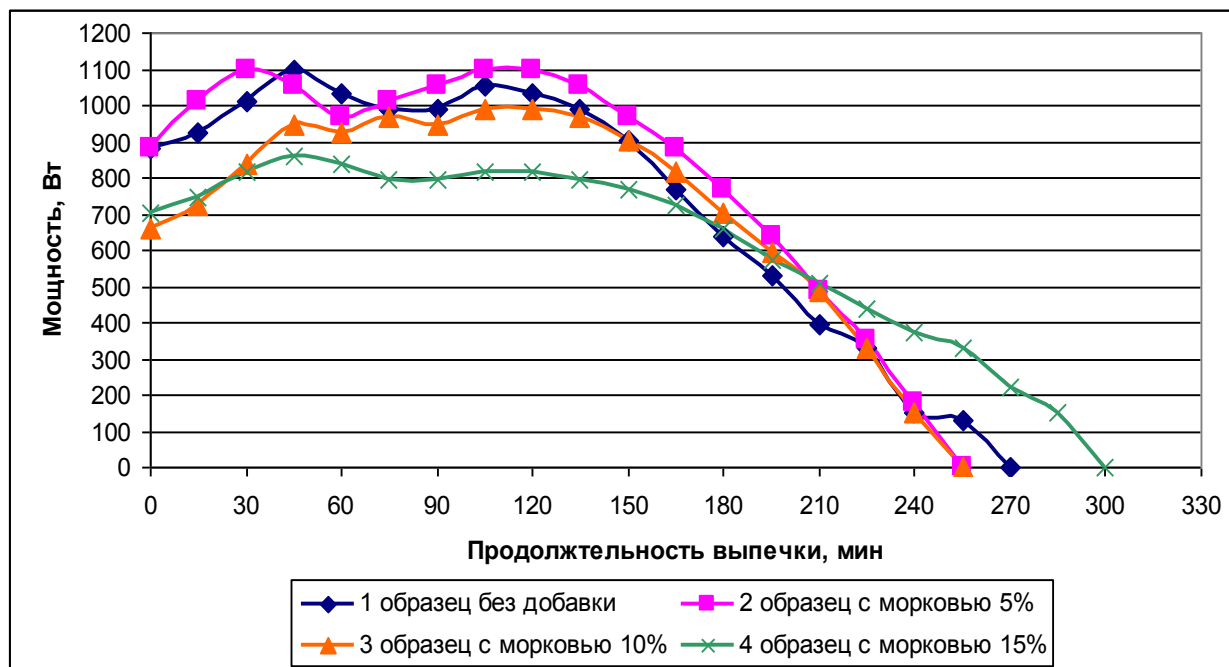


Рисунок 4 - График зависимости мощности от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $2,45 \text{ мм}^2$

Графики зависимости температуры от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $5 \text{ мм}^2$  представлены на рисунке 5.

Анализ графиков, представленных на рисунке 5 показал, что в процессе электроконтактной выпечки для всех образцов температура за первые 150 секунд достигает максимального значения от  $98 - 100 \text{ }^\circ\text{C}$  и до конца выпечки остается на этом уровне.

График зависимости мощности от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц  $5 \text{ мм}^2$  представлен на рисунке 6.

Анализ графиков, представленных на рисунке 6 показал, что для большинства образцов в процессе электроконтактной выпечки в первые 30-45 секунд мощность достигает первого максимального пика равного, затем снижается, далее повышается и достигает второго пика, после чего до конца выпечки снижается до нулевых значений.

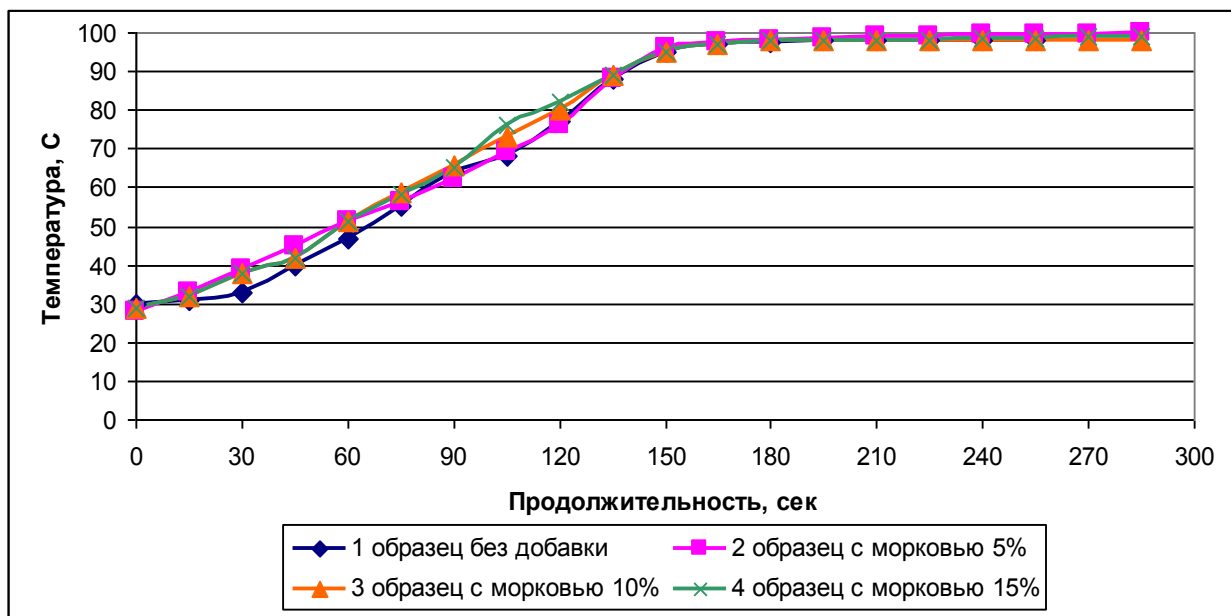


Рисунок 5 - График зависимость температуры от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц 5 мм<sup>2</sup>

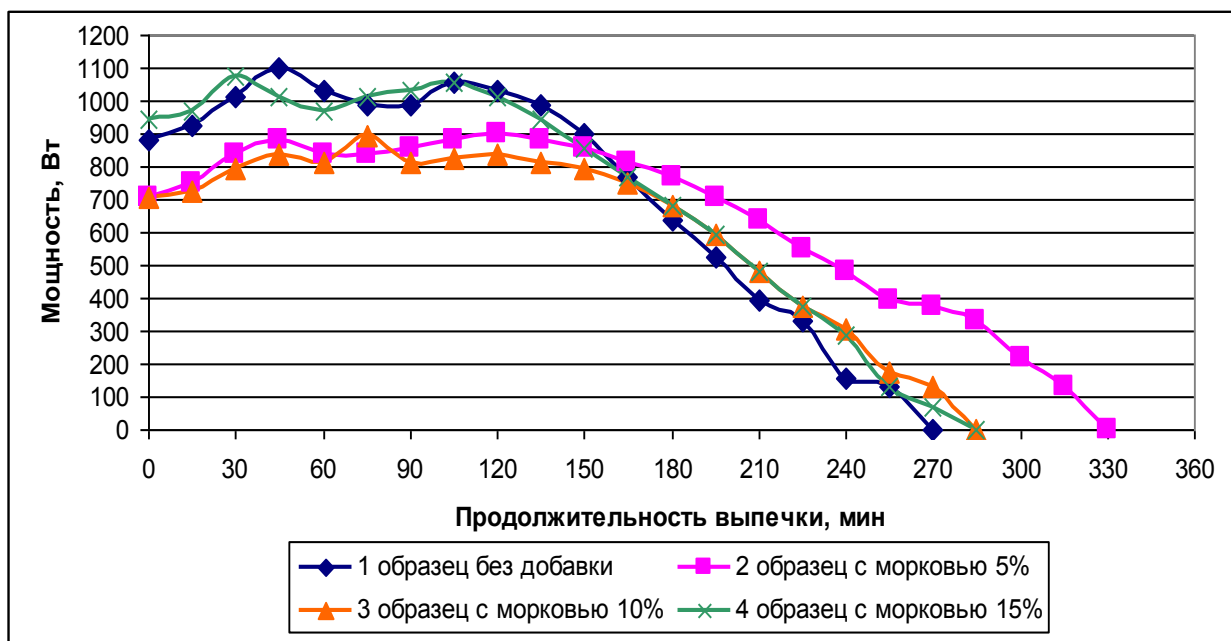


Рисунок 6- График зависимости мощности от продолжительности выпечки образцов с различной дозировкой моркови со средним размером частиц 5 мм<sup>2</sup>

Готовые образцы бескоркового хлеба оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям.

Органолептическую оценку образцов 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 ( $KП_{ОРГ}$ ) бескоркового хлеба проводили путем суммирования рангов по каждому показателю, умноженных на их коэффициент значимости, которые составляли для внешнего вида – 3, консистенции – 4, вкуса – 10 и запаха – 3. Далее вычисляли весовой коэффициент  $KП_{ОРГ}$ .

При оценке физико-химических показателей определяли влажность, пористость, кислотность, объемный и весовой выход бескоркового хлеба. Для вычисления комплексного показателя физико-химических свойств ( $KП_{ФХ}$ ) бескоркового хлеба была разработана десятибалльная шкала перевода значений отдельных показателей в баллы  $KП_{ФХ}$ . При этом  $KП_{ФХ}$  определялся как сумма баллов за каждый показатель качества хлеба, умноженных на соответствующий коэффициент значимости, который составил: для объемного выхода-3, весового выхода – 2, пористости – 3, кислотности – 1, влажности – 1, продолжительности выпечки - 2. Далее вычисляли весовой коэффициент  $KП_{ФХ}$ .

В таблице 1 приведены показатели качества образцов бескоркового хлеба с различной дозировкой моркови со средним размером частиц 0,5; 2,45; 5 мм<sup>2</sup>.

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

Средний размер частиц измельченной свеклы, мм <sup>2</sup>	Показатель качества хлеба	Дозировка свеклы, %			
		0	5	10	15
0,5	Весовой выход, %	147	150	149	158
	Объемный выход, %	477	525	513	458
	Пористость, %	56,7	65,5	58,5	51
	Кислотность, град	3,7	4,2	5,0	4,3
	Влажность, %	43	44	40	46
	$KП_{ФХ}$	0,24	0,27	0,22	0,25
	$KП_{ОРГ}$	0,31	0,31	0,18	0,19
2,45	Весовой выход, %	147	157	155	165
	Объемный выход, %	477	509	547	594
	Пористость, %	56,7	59,5	60,3	65
	Кислотность, град	3,7	4,3	5,0	4,5
	Влажность, %	43	41,5	45	39,5
	$KП_{ФХ}$	0,23	0,24	0,25	0,27
	$KП_{ОРГ}$	0,18	0,17	0,28	0,36
5	Весовой выход, %	147	145	159	159
	Объемный выход, %	477	535	525	416
	Пористость, %	56,7	66,6	64,1	56,7
	Кислотность, град	3,7	4,5	5,1	4,7
	Влажность, %	43	40,5	41	47
	$KП_{ФХ}$	0,24	0,25	0,26	0,24
	$KП_{ОРГ}$	0,35	0,24	0,25	0,17

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 120-150 секунд увеличивается до значения 98-100 °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 максимального значения (при увеличении температуры образцов до 40-50 °С), затем снижается, и снова увеличивается до второго максимального значения (при достижении температуры образцов 75- 85 °С) и в дальнейшем до конца выпечки снижается до нулевого значения.

2) Анализ показателей качества готовых изделий показал:

- при увеличением дозировки моркови от 0 до 15% (для исследованных степеней ее измельчения) весовой выход хлеба увеличивается;

- увеличение дозировки моркови от 0 до 10% (для исследованных степеней ее измельчения) приводит к увеличению кислотности, дальнейшее увеличение дозировки - к снижению кислотности готовых изделий;

- влияние дозировки моркови от 0 до 15 % (для исследованных степеней ее измельчения) на влажность готовых изделий не установлено;

- внесении моркови до 5 % со средним размером частиц 0,5 и 5 мм<sup>2</sup> приводит к увеличению объемного выхода и пористости бескоркового хлеба, при дальнейшем увеличении дозировки моркови объемный выход и пористость снижаются. Увеличение дозировки моркови от 0 до 15 % со средним размером ее частиц 2,45 мм<sup>2</sup> приводит к увеличению пористости и объемного выхода готовых изделий;

- самые высокие значения комплексного показателя физико-химических свойств были у образцов при дозировке моркови 5 % со средним размером ее частиц 0,5 мм<sup>2</sup>, 15% - со средним размером ее частиц 2,45 мм<sup>2</sup>, 10 % - со средним размером ее частиц 5 мм<sup>2</sup>;

- оптимальное сочетание органолептических и физико-химических показателей качества были у образца с дозировкой моркови 15 % со средним размером частиц 2,45 мм<sup>2</sup>.

#### 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. [Электродный 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.

4. 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.

5. 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.

6. Ахтямова, А.С. Исследование влияния добавки моркови на процесс брожения теста, ЭК- выпечки и качество бескоркового хлеба /А.С. Ахтямова, Г.А. Сидоренко, Т.В. Ханина, М.С. Краснова, С.Б. Жангалеева //Сборник материалов Международной научной конференции: «Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации», посвященной 60-летию Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2015. – с. 234-238.