

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА

М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович

Проведены исследования по изучению возможности использования нативного картофельного крахмала в качестве бесклеяковинного крахмалсодержащего сырья для производства макаронных изделий. Показана возможность использования модифицированных крахмалов в качестве структурообразующих ингредиентов при производстве макаронных изделий из картофельного крахмала. Определены технологические параметры на основных стадиях производства макаронных изделий из картофельного крахмала. Показана возможность улучшения потребительских характеристик макаронных изделий из картофельного крахмала. Исследованы процессы хранения разработанных макаронных изделий, на основании которых установлены условия и сроки годности изделий.

Введение

В настоящее время мировой рынок макаронных изделий представлен достаточно широким ассортиментом как традиционных макаронных изделий, изготавливаемых из пшеничной муки, так и нетрадиционных макаронных изделий. Нетрадиционные макаронные изделия в большинстве случаев изготавливаются из бесклеяковинного крахмалсодержащего сырья (далее БКС).

Макаронные изделия из БКС в силу исторических традиций широко распространены в национальных кухнях стран Восточного региона, где являются продуктом массового потребления. На европейском продовольственном рынке такие изделия обычно позиционируются как специализированная продукция, используемая при организации лечебного диетического или лечебного профилактического питания людей, нуждающихся в ограниченном потреблении белка или отдельных его фракций. В Республике Беларусь в настоящее время в основном производят макаронные изделия из пшеничной муки, нетрадиционные макаронные изделия не изготавливают.

В мировой практике макаронного производства наиболее часто в качестве БКС используют продукты переработки в виде муки или крахмалов таких зерновых культур, как кукуруза, рис, гречиха, тапиока, батат и др. Сведения об использовании с этой целью картофельного крахмала разрозненны и немногочисленны. В Республике Беларусь одной из основных сельскохозяйственных культур является картофель, который широко используется для получения различных картофелепродуктов, в том числе нативного картофельного крахмала, который можно рассматривать как отечественный вариант бесклеяковинного крахмалсодержащего сырья.

Целью исследований являлось изучение возможности изготовления нетрадиционных макаронных изделий из картофельного крахмала с использованием стандартного технологического оборудования, что позволит расширить ассортимент отечественных макаронных изделий, изготавливать специализированную продукцию, и тем самым снизить долю импорта подобных продуктов, а также повысить эффективность переработки отечественного сельскохозяйственного сырья.

Результаты исследований и их обсуждение

Основными этапами проводимых исследований являлись: аналитический обзор отечественной и зарубежной научной и технической литературы по теме исследований; изучение химического состава, показателей качества и технологических свойств нативного картофельного крахмала с целью прогнозирования возможности его использования в качестве БКС при производстве макаронных изделий; исследование показателей качества и техноло-

гических свойств модифицированных крахмалов для установления возможности использования их в качестве структурообразующих ингредиентов при производстве макаронных изделий с использованием традиционных температурно-влажностных режимов и стандартного технологического оборудования; определение технологических параметров на основных стадиях производства макаронных изделий из картофельного крахмала; изучение потребительских характеристик разработанных макаронных изделий.

На первом этапе исследований для прогнозирования возможности использования картофельного крахмала в качестве основного сырья для производства макаронных изделий проводили сравнительный анализ показателей качества, химического состава, морфологических признаков и технологических свойств нативного картофельного и кукурузного крахмала, как наиболее часто применяемого в качестве БКС для производства макаронных изделий.

Изучение показателей качества нативных крахмалов показало, что оба вида крахмала соответствуют требованиям нормативной технической документации, при этом кукурузный крахмал характеризовался желтоватым оттенком и более высоким значением кислотности в сравнении с картофельным крахмалом. Изучение химического состава нативных крахмалов показало, что содержание белка в картофельном крахмале составило $(0,35 \pm 0,01)$ г/100 г, жиров $(0,14 \pm 0,02)$ г/100 г, углеводов $(79,5 \pm 0,01)$ г/100 г, зольных веществ $(0,41 \pm 0,02)$ г/100 г против содержания аналогичных соединений в кукурузном крахмале $(1,24 \pm 0,02)$ г/100 г, $(0,41 \pm 0,03)$ г/100 г, $(85,32 \pm 0,01)$ г/100 г и $(0,23 \pm 0,02)$ г/100 г соответственно, что согласуется с имеющимися в литературе данными [1, 2].

Анализ морфологических признаков показал, что гранулы картофельного крахмала имеют овальную или сферическую форму и характеризуются значительно бóльшим размером в сравнении с гранулами кукурузного крахмала, имеющими форму многогранника. Полученные результаты позволяют предположить, что картофельный крахмал будет проявлять большую лабильность воздействию технологических факторов при прессовании макаронных изделий.

В качестве технологических свойств нативных крахмалов исследовали их способность связывать воду, которая показывает возможность и условия образования макаронного теста и обеспечение прессования макаронных изделий, и растворимость, величина которой позволяет предположить варочные свойства макаронных изделий. С позиции получения теста с необходимыми вязко-текучими свойствами и обеспечения процесса прессования макаронного теста способность нативных крахмалов связывать воду должна быть достаточно велика. Для обеспечения хороших варочных свойств изделий, а именно низких значений сухого вещества, переходящего в варочную воду, и хорошего состояния сваренных изделий, величина растворимости по возможности должна быть низкой. Исследования технологических свойств проводили в температурном диапазоне от 20 °С до 100 °С, согласно методикам [3]. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Результаты, приведенные на рисунке 1, показывают, что в температурном диапазоне от 20 °С до 50 °С способность связывать воду для обоих нативных крахмалов характеризуется минимальными значениями: для картофельного крахмала изменяется с 1,8 до 4,3 г/г, для кукурузного – с 1,3 до 1,9 г/г. Несмотря на более высокие значения этого показателя для картофельного крахмала, его способность связывать воду недостаточна для того, чтобы в указанном температурном диапазоне получить тесто со структурно-механическими свойствами, обеспечивающими процесс прессования макаронных изделий. Повышение температуры более 50 °С для картофельного и 60 °С для кукурузного крахмала приводит к значительному увеличению способности связывать воду, что является следствием процесса клейстеризации нативных крахмалов. При температуре более 60 °С возможно образование теста с требуемыми структурно-механическими свойствами, однако такие температурные условия выходят за рамки диапазона температур, традиционно используемых при замесе макаронного теста, и требуют использования дополнительного оборудования, а следовательно не отвечают задачам проводимых исследований. Необходимо отметить, что абсолютные значения способности связывать воду для картофельного крахмала больше в сравнении с кукурузным крахма-

лом, что свидетельствует о преимуществе использования этого крахмала при приготовлении макаронного теста.

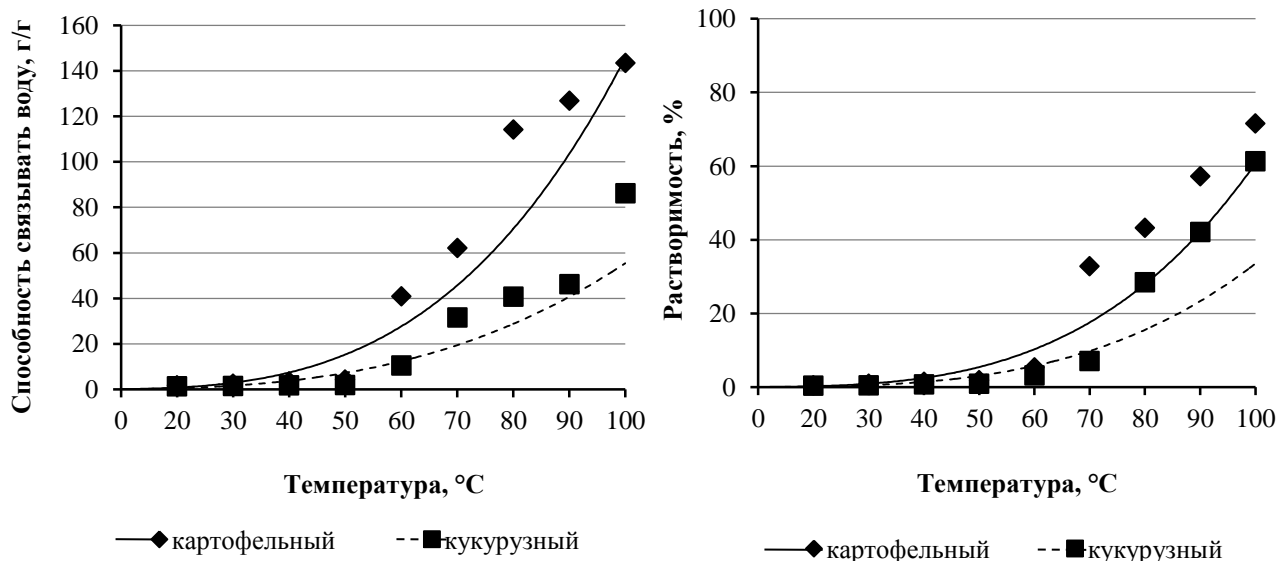


Рисунок 1 – Влияние температуры на технологические свойства нативных картофельного и кукурузного крахмалов

Влияние температуры на растворимость нативных крахмалов (рисунок 1) имеет характер, аналогичный способности крахмалов связывать воду: минимальные значения при низких температурах и значительный рост при повышении температуры более 50–60 °С, что также является следствием процесса клейстеризации крахмалов. При этом абсолютные значения растворимости картофельного крахмала выше, чем кукурузного крахмала. Так, растворимость картофельного крахмала при температуре 100 °С составляет 71,6 %, кукурузного крахмала – 61,3 %. Полученные результаты указывают на то, что при варке макаронные изделия из картофельного крахмала будут характеризоваться большим количеством сухого вещества, переходящего в варочную воду, в сравнении с изделиями, изготовленными из кукурузного крахмала.

Для прогнозирования варочных свойств макаронных изделий из картофельного крахмала также исследовали крахмальные студни, приготовленные согласно методике [3]. Показатели качества студней нативных крахмалов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества студней нативных крахмалов

Показатели качества	Нативный крахмал	
	картофельный	кукурузный
Цвет	прозрачный, бесцветный, с сероватым оттенком	непрозрачный, белый
Запах, вкус	нейтральный, без посторонних привкусов и запахов	мучнистый, с характерным привкусом сырой кукурузы
Состояние поверхности	глянцевая, липкая	матовая, нелипкая
Прочность, г	140,2±0,3	145,6±0,3
Степень оседания, %	12,5±0,1	10,7±0,1
Температура студнеобразования, °С	60±3	65±3

Согласно полученным данным, студень картофельного крахмала характеризуется несколько меньшей прочностью и большей степенью оседания (в среднем 140,2 г и 12,5 %

соответственно) в сравнении со студнем кукурузного крахмала (145,6 г и 10,7 %), что позволяет предположить меньшую прочность сваренных макаронных изделий, изготовленных из картофельного крахмала. Однако органолептические показатели студня картофельного крахмала, в частности прозрачность и отсутствие мучнистого привкуса, свойственные студням зерновых крахмалов, в том числе кукурузному крахмалу, указывают на более высокие вкусовые характеристики сваренных макаронных изделий из картофельного крахмала.

Таким образом, результаты исследований показывают возможность использования картофельного крахмала в качестве бесклеиковинного крахмалсодержащего сырья при производстве нетрадиционных макаронных изделий. Бóльший размер крахмальных гранул и более выраженная способность картофельного крахмала связывать воду указывают на преимущество использования этого крахмала с позиции прессования макаронных изделий. Вместе с тем, высокая растворимость и меньшая прочность его студней позволяют предположить, что по варочным свойствам макаронные изделия из картофельного крахмала будут уступать изделиям из кукурузного крахмала, однако превосходить их по органолептическим показателям.

Выше было показано, что низкие значения способности картофельного крахмала связывать воду в температурном диапазоне, традиционном для макаронного производства, не позволяют получить тесто с требуемыми структурно-механическими свойствами и провести процесс прессования макаронных изделий. Это определило необходимость использования дополнительных структурообразующих рецептурных ингредиентов для приготовления теста, в частности, модифицированных крахмалов. Модифицированные крахмалы характеризуются способностью образовывать студни при температурах, отличных от температуры студнеобразования нативных крахмалов, вследствие этого возникает возможность изменения структурно-механических свойств макаронного теста в интересующем нас температурном диапазоне.

При проведении исследований при выборе модифицированных крахмалов руководствовались как необходимостью получения теста с требуемыми структурно-механическими свойствами при температурах, традиционных для макаронного производства, так и возможностью улучшить варочные свойства макаронных изделий из картофельного крахмала. В исследованиях использовали модифицированные крахмалы двух групп: первая группа включала крахмалы, студнеобразование которых протекает при низких температурах (от 20 °С до 30 °С) – из этой группы были выбраны кукурузный экструзионный крахмал (КЭК) и гидроксипропил дикрахмал фосфат, имеющий торговое название «крахмал холодного набухания» (далее КХН); вторая группа представлена модифицированным крахмалом, образующем студни при более высоких температурах (50 °С и выше), – представителем этой группы являлся ацетилованный дикрахмал адиапат – торговое название «крахмал горячего набухания» (далее КГН). Для указанных модифицированных крахмалов исследовали показатели качества студней, включая температуру и концентрацию студнеобразования, а также аналогично нативным крахмалам технологические свойства. Показатели качества студней модифицированных крахмалов представлены в таблице 2.

Установлено, что концентрация студнеобразования всех выбранных модифицированных крахмалов составляет 15 %, температура студнеобразования определяется видом модифицированного крахмала и, как и предполагалось при выборе, составляет для КЭК и КХН 23 °С, для КГН 60 °С соответственно. Также установлено, что студни модифицированных крахмалов обладают меньшей прочностью и большей степенью оседания в сравнении со студнем нативного картофельного крахмала. Это позволяет предположить, что основной функцией модифицированных крахмалов при производстве макаронных изделий будет получение макаронного теста с требуемыми для обеспечения процесса прессования структурно-механическими свойствами, при этом их влияние на варочные свойства макаронных изделий, вероятно, будет отрицательным.

Таблица 2 – Показатели качества студней модифицированных крахмалов

Показатели качества	Модифицированные крахмалы		
	КЭК	КХН	КГН
Температура студнеобразования, °С	23±5	23±5	60±5
Концентрация студнеобразования, %	15	15	15
Цвет	непрозрачный белый с кремовым оттенком	прозрачный, бесцветный с сероватым оттенком	прозрачный, бесцветный с сероватым оттенком
Запах, вкус	характерные экструзионным продуктам	нейтральный, без посторонних привкусов и запахов	запах нейтральный, присутствует кисловатый привкус
Состояние поверхности	матовая, нелипкая	глянцевая, липкая	глянцевая, липкая
Прочность, г	90,5±0,3	не установлена	96,3±0,3
Степень оседания, %	6,4±0,1	45,4±0,1	2,2±0,1

Исследование технологических свойств модифицированных крахмалов, так же как и нативных крахмалов, проводили в температурном интервале от 20 °С до 100 °С. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

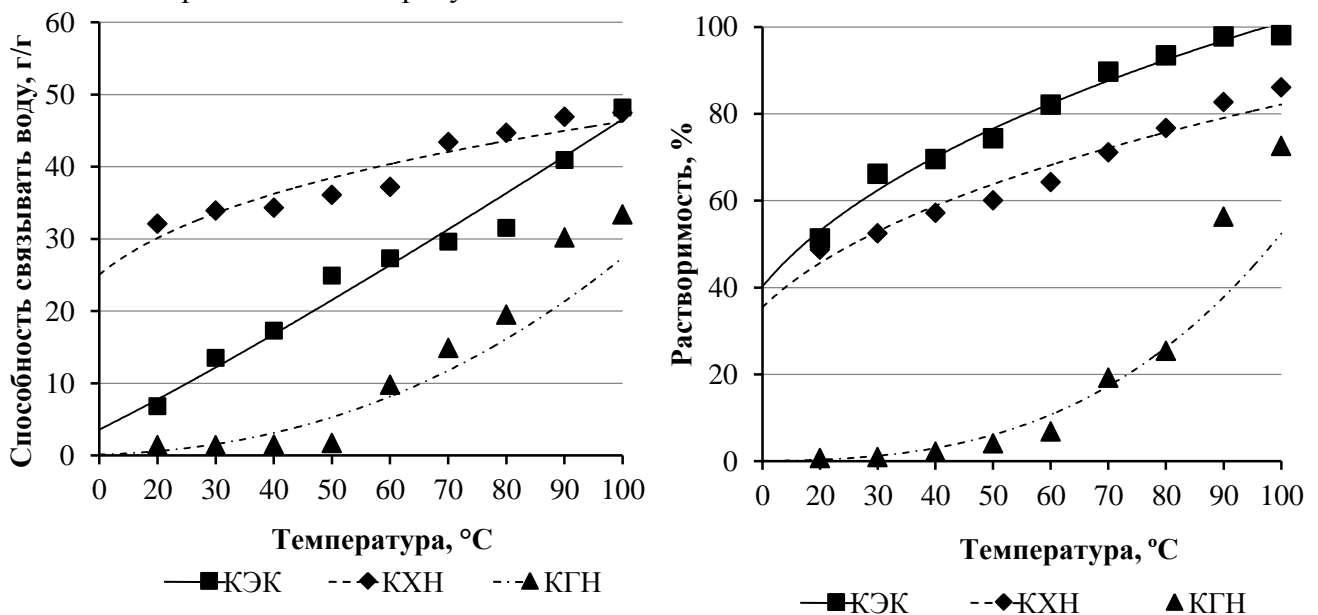


Рисунок 2 – Влияние температуры на технологические свойства модифицированных крахмалов

Установлено, что КЭК и КХН при температуре 20 °С характеризуются большими значениями способности связывать воду и растворимости в сравнении с КГН, а также нативным картофельным крахмалом. В диапазоне температур от 20 °С до 50 °С абсолютные значения способности связывать воду для этих крахмалов увеличиваются примерно с 6,8 до 24,9 г/г и с 32,1 до 36,1 г/г соответственно. Это указывает на возможность использования этих модифицированных крахмалов в качестве структурообразующих ингредиентов при приготовлении макаронного теста в температурном диапазоне, традиционно используемом в макаронном производстве.

Вместе с тем высокая растворимость этих крахмалов (при 100 °С для КЭК 98,1 %, для КХН 86,1 %), вероятно, отрицательно скажется на варочных свойствах макаронных изделий из картофельного крахмала. Характер влияния температуры на способность КГН связывать воду аналогичен нативным крахмалам, что указывает на низкую эффективность его использования в качестве структурообразователя макаронного теста в интересующем температурном интервале. Вместе с тем невысокая растворимость КГН (72,6 % при 100 °С) позволяет предположить, что отрицательное влияние этого модифицированного крахмала на варочные свойства макаронных изделий из картофельного крахмала проявится в меньшей степени.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать заключение о возможности использования исследованных модифицированных крахмалов в качестве структурообразующих ингредиентов при приготовлении макаронного теста из картофельного крахмала, при этом с позиции варочных свойств макаронных изделий дозировки модифицированных крахмалов должны быть ограничены и обеспечивать главным образом процесс прессования макаронного теста.

С целью предположения возможных дозровок и выявления вида модифицированного крахмала, оптимального для изготовления макаронных изделий из картофельного крахмала, на модельных опытах изучали их влияние на динамическую вязкость и когезионную прочность макаронного теста. Для обеспечения процесса прессования необходимо, чтобы макаронное тесто обладало хорошей текучестью, т.е. характеризовалось низкой динамической вязкостью. Для получения прочных сырых и сухих макаронных изделий макаронное тесто должно обладать достаточно высокой когезионной прочностью.

Исследованиями установлено, что использование всех образцов модифицированных крахмалов в дозировках от 5 % до 30 % к массе крахмалопродуктов приводит к снижению динамической вязкости теста. При этом повышение когезионной прочности макаронного теста наблюдается при использовании всех образцов модифицированных крахмалов в дозировках от 5 % до 25 % к массе крахмалопродуктов, дальнейшее увеличение содержания модифицированных крахмалов приводит к снижению этого показателя. На основании этого оптимальные дозировки модифицированных крахмалов, обеспечивающие получение макаронного теста с низкой динамической вязкостью и более высокой когезионной прочностью, составляют от 20 % до 30 % к массе крахмалопродуктов. При этом наиболее выраженное влияние на указанные показатели оказывает использование КЭК и КХН, что обусловлено соответствием температуры студнеобразования этих модифицированных крахмалов температурным условиям проведения эксперимента [4].

В лабораторных условиях была доказана возможность получения теста и осуществления прессования макаронных изделий из картофельного крахмала с добавлением вышеуказанных модифицированных крахмалов, минимальные дозировки которых, обеспечивающие процесс прессования, для всех образцов составляли 5 % к общей массе крахмалопродуктов. Увеличение дозровок модифицированных крахмалов вследствие снижения динамической вязкости макаронного теста привело к повышению скорости прессования макаронных изделий, максимальное значение которой наблюдалось при использовании КЭК в количестве от 20 % до 25 % к массе крахмалопродуктов [4].

Исследование влияния модифицированных крахмалов на варочные свойства отпрессованных макаронных изделий показало, что повышение дозровок всех образцов модифицированных крахмалов приводит к снижению варочных свойств макаронных изделий, в частности ухудшается состояние сваренных изделий и увеличивается количество сухого вещества, переходящего в варочную воду. Также было отмечено наличие кисловатого послевкусия в образцах, содержащих КХН и КГН в количестве 15 % к массе крахмалопродуктов и более, что является недостатком с позиции потребительских свойств.

На основании комплексного анализа влияния модифицированных крахмалов на структурно-механические свойства теста, характеристики процесса прессования и показатели качества макаронных изделий заключили, что в качестве структурообразующего ингредиента при производстве макаронных изделий из картофельного крахмала наиболее целесообразно ис-

пользовать КЭК. Разработанная базовая рецептура макаронных изделий включает нативный картофельный крахмал и КЭК в соотношении 80:20.

Для установления оптимальных технологических параметров приготовления макаронного теста по базовой рецептуре был проведен полный факторный эксперимент 2^2 со звездным плечом. Параметрами оптимизации являлись динамическая вязкость и когезионная прочность макаронного теста, в качестве независимых факторов выступали температура теста и влажность теста. Исследования проводили в виде модельных опытов. Влияние влажности и температуры макаронного теста из картофельного крахмала на его динамическую вязкость и когезионную прочность в виде поверхностей отклика изображено на рисунке 3.

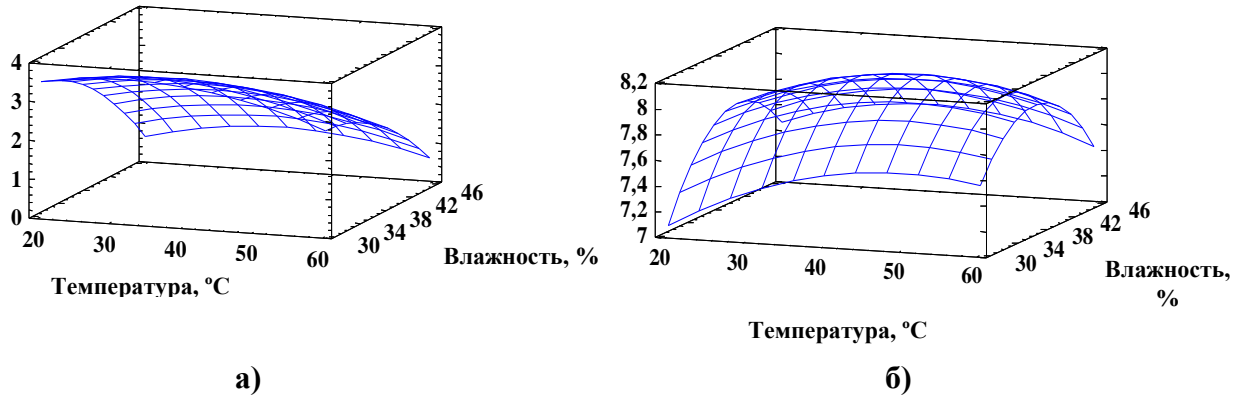


Рисунок 3 – Влияние влажности и температуры макаронного теста из картофельного крахмала на его динамическую вязкость (а) и когезионную прочность (б)

Анализ полученных результатов показал, что снижение динамической вязкости теста из картофельного крахмала в исследуемых диапазонах происходит в результате повышения его влажности и, в меньшей степени, увеличения температуры теста. Наименьшие значения этого показателя наблюдаются при максимальной влажности теста во всем температурном диапазоне, использованном при проведении эксперимента. Так, минимальное значение динамической вязкости теста, равное $1,2 \times 10^2$ Па·с, наблюдается при влажности теста от 44 % до 46 % во всем интервале температуры. Поверхность отклика, описывающая влияние влажности и температуры теста на его когезионную прочность, имеет экстремум, показывающий, что максимальные значения этого параметра от 8,2 до 8,08 Н соответствуют влажности теста от 36 % до 40 % и температуре теста от 38 °С до 52 °С.

На основании анализа полученных результатов заключили, что оптимальными технологическими параметрами приготовления макаронного теста из картофельного крахмала по базовой рецептуре, при которых тесто характеризуется низкой динамической вязкостью и высокой когезионной прочностью, являются влажность теста от 36 % до 40 % и температура теста от 40 °С до 50 °С.

Технологические параметры замеса теста были проверены на практике при прессовании изделий на лабораторном макаронном прессе. В связи с тем, что влияние влажности на структурно-механические свойства теста более значимо в сравнении с температурой, прессование проводили для образцов теста, влажность которых составляла 36 %, 38 % и 40 %, температура теста во всех случаях поддерживалась на уровне (45 ± 2) °С. Было выявлено, что максимальные значения скорости прессования наблюдались при влажности теста 36 % и 38 %. При этом отпрессованные сырые изделия имели гладкую, нелипкую поверхность и пластичную структуру. Напротив, при прессовании теста влажностью 40 % скорость прессования снижалась, макаронные изделия характеризовались как чрезмерно пластичные и липкие, что затрудняло их разделку.

Таким образом, рекомендуемые технологические параметры приготовления макаронного теста из картофельного крахмала по базовой рецептуре составляют: влажность теста от 36 % до 38 %, температура теста от 40 °С до 50 °С.

Заключительным этапом производства макаронных изделий является их сушка, правильность ведения которой во многом определяет качество готовых макаронных изделий. Исследовали процесс сушки макаронных изделий из картофельного крахмала с использованием конвективного способа при температуре сушильного воздуха равной 40 °С, 50 °С и 60 °С (низкотемпературный режим). Установлено, что продолжительность сушки макаронных изделий при указанных значениях температуры воздуха составила 55, 45 и 40 минут соответственно. Исследование влияния температуры сушильного воздуха на качество готовых макаронных изделий не выявило существенных различий: отмечено незначительное снижение прочности сухих изделий при повышении температуры сушильного воздуха, что при варке макаронных изделий привело к некоторому увеличению количества сухого вещества, переходящего в варочную воду, которое составило 20,3 %, 21,2 % и 22,8 % при температуре сушильного воздуха 40 °С, 50 °С и 60 °С соответственно. В связи с этим рекомендуемая температура сушильного воздуха для сушки макаронных изделий из картофельного крахмала с использованием низкотемпературного режима составляет от 40 °С до 50 °С [5].

Исследование варочных свойств макаронных изделий, изготовленных по базовой рецептуре, показало, что при варке изделий значительное количество сухого вещества переходит в варочную воду, что обусловлено клейстеризацией нативного картофельного крахмала и высокой растворимостью КЭК. С целью улучшения варочных свойств макаронных изделий в базовую рецептуру вводили пищевую добавку, содержащую эфиры моно- и диглицеридов жирных кислот (далее ГЖК). Выбор пищевой добавки обусловлен имеющимися в литературе сведениями о снижении растворимости нативных крахмалов в результате комплексообразования крахмальных полимеров и моно- и диглицеридов жирных кислот, что будет способствовать улучшению варочных свойств макаронных изделий. Дозировка пищевой добавки определялась рекомендациями производителя и варьировалась от 0,4 % до 1,6 % к массе крахмалопродуктов. Полученные результаты представлены на рисунке 4.

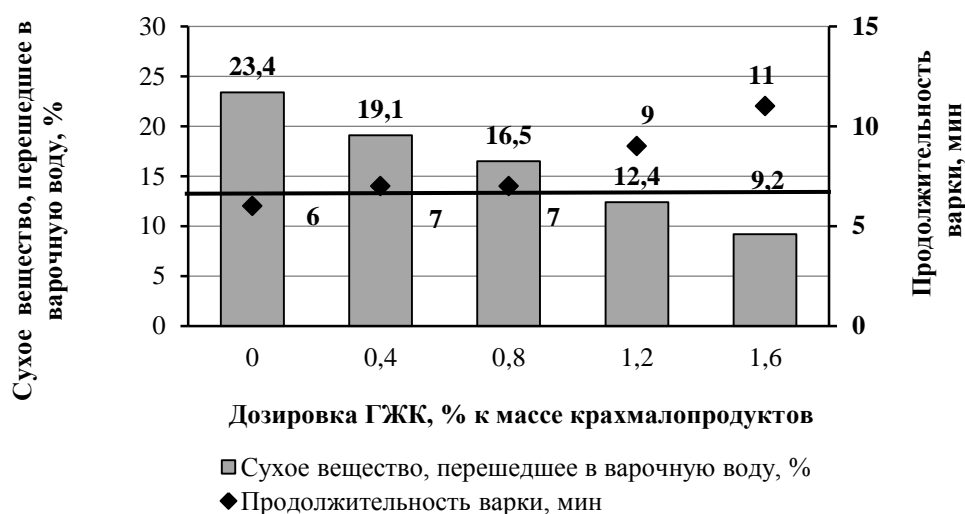


Рисунок 4 – Влияние пищевой добавки, содержащей эфиры моно- и диглицеридов жирных кислот, на варочные свойства макаронных изделий из картофельного крахмала

Применение ГЖК в максимальной дозировке обусловило снижение потерь сухого вещества при варке макаронных изделий до 9,2 %, что в 2,5 раза ниже в сравнении с показателем, полученным для макаронных изделий, не содержащих в рецептуре указанной пищевой добавки (23,4 %). Кроме того, полученные значения несколько ниже величины этого показателя (13 %), определенного для макаронных изделий, изготовленных из кукурузного крахмала (производитель «МакМастер», РФ). Наряду со снижением количества сухого вещества, переходящего в варочную воду, использование ГЖК увеличивает продолжительность варки изделий до готовности.

Исследованиями также было установлено, что образцы, изготовленные с добавлением ГЖК в количестве 1,6 % к массе крахмалопродуктов, характеризовались плотной при разжевывании текстурой, что нежелательно с позиции потребителя. Для улучшения варочных свойств макаронных изделий из картофельного крахмала рекомендовано использование пищевой добавки, содержащей эфиры моно- и диглицеридов жирных кислот, в количестве 1,2 % к массе крахмалопродуктов. Дополнительным приемом, позволяющим улучшить варочные свойства макаронных изделий, является использование модифицированного способа варки, заключающегося в предварительном замачивании изделий в воде температурой $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 5–10 минут. Предварительное замачивание изделий позволяет размягчить структуру сухих макаронных изделий и, тем самым, снизить продолжительность их кулинарной обработки и уменьшить количество сухого вещества, переходящего в варочную воду, до 8,6 %.

При разработке технических условий и технологической документации на макаронные изделия из картофельного крахмала с целью определения условий и сроков годности готовой продукции исследовали процессы сорбции и десорбции влаги макаронными изделиями, а также изменение их органолептических и физико-химических показателей качества при хранении. Изотермы сорбции и десорбции влаги макаронными изделиями из картофельного крахмала представлены на рисунке 5.

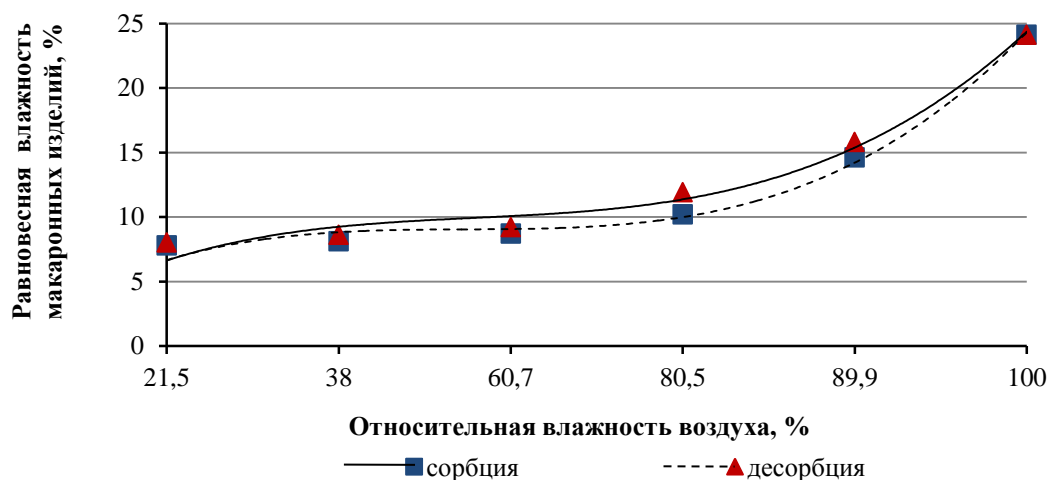


Рисунок 5 – Изотермы сорбции и десорбции влаги макаронными изделиями из картофельного крахмала

Вид изотерм сорбции и десорбции влаги макаронными изделиями из картофельного крахмала, которые получены при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, а также абсолютные величины равновесной влажности изделий при указанных значениях относительной влажности воздуха близки к данным, представленным в литературе, полученным для традиционных макаронных изделий из пшеничной муки [6]. На основании этого было сделано заключение о том, что для хранения макаронных изделий из картофельного крахмала пригодны условия, установленные для хранения традиционных макаронных изделий, а именно, относительная влажность воздуха от 60 % до 80 %, температура воздуха не более 30°C .

Для установления срока годности макаронные изделия хранили в указанных выше условиях в течение периода, равного 14 месяцев, который был определен с учетом коэффициента резерва. При хранении изделий наблюдалось незначительное колебание абсолютных значений физико-химических показателей качества: показатель активности воды снизился с 0,50 до 0,43 по окончании периода исследований, массовая доля влаги и кислотность образцов при хранении колебались незначительно. Органолептические показатели качества сухих макаронных изделий не изменялись.

Стабильность физико-химических и органолептических показателей качества макаронных изделий из картофельного крахмала объясняется низкими величинами влажности и активно-

сти воды в готовых изделиях, а также невысоким содержанием жиров, что предотвращает микробиологическую и окислительную порчу готовой продукции при хранении. Срок годности макаронных изделий из картофельного крахмала при соблюдении указанных выше условий хранения составляет 12 месяцев.

Заключение

Установлена возможность использования нативного картофельного крахмала в качестве бесклеякового крахмалсодержащего сырья для производства макаронных изделий. Показана целесообразность использования модифицированных крахмалов в качестве структурообразующих ингредиентов при производстве макаронных изделий из картофельного крахмала, что позволило использовать традиционные для макаронного производства температурно-влажностные режимы и стандартное технологическое оборудование. Разработана базовая рецептура макаронных изделий, включающая нативный картофельный крахмал и кукурузный экструзионный крахмал в соотношении 80:20. Изучены потребительские характеристики макаронных изделий, показана возможность улучшения варочных свойств разработанных изделий.

Результаты исследований положены в основу разработки технологии производства макаронных изделий из картофельного крахмала. Промышленная апробация разработанной технологии показала возможность ее использования в производственных условиях с использованием стандартного технологического оборудования.

Литература

- 1 Трегубов, Н. Н. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н. Н. Трегубов, Е. Я. Жарова, А. И. Жушман, Е. К. Сидорова; Под ред. Н. Н. Трегубова. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 470 с.
- 2 Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – 2-ое изд., пер. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
- 3 Рихтер, М. Избранные методы исследования крахмала / Рихтер М., Аугустат З., Ширбаум Ф. // Перевод с немецкого. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 252 с.
- 4 Тихонович, Е. Ф. Изучение структурно-механических характеристик макаронного теста из нативных крахмалов / Е. Ф. Тихонович, М. Н. Василевская, Е. А. Назаренко, Н. Н. Курилович // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. Научно-методический журнал. – 2012. – № 2 (13). – С. 27–35.
- 5 Василевская, М. Н. Исследование процесса сушки макаронных изделий из картофельного крахмала / М. Н. Василевская, А. В. Киркор, Е. Ф. Тихонович, Е. А. Назаренко // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. Научно-методический журнал. – 2015. – № 1 (18). – С. 56–64.
- 6 Медведев, Г. М. Технология макаронного производства / Г. М. Медведев. – М.: Колос, 1998. – 272 с.

Поступила в редакцию 11.12.2018