

М.Н. Василевская, Е.Ф. Тихонович

*Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»,
г. Могилев, Республика Беларусь*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ МУКИ

Аннотация. Изучен ассортимент отечественных макаронных изделий, установлено преобладание традиционных макаронных изделий из пшеничной муки и незначительное количество изделий, изготовленных с добавлением нетрадиционного сырья. Проведен сравнительный анализ основных компонентов химического состава зерна гречихи и пшеницы, показавший ценность использования гречихи и продуктов ее переработки для производства продуктов питания, в том числе специализированной продукции диетического лечебного и диетического профилактического назначения. Целью исследований являлось изучение возможности использования гречневой муки для производства макаронных изделий. Использовались стандартные и специальные методы исследований сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, произведен расчет гликемического индекса и пищевой ценности разработанных макаронных изделий из гречневой и гречневой цельносмолотой муки. Определена набухаемость образцов гречневой муки, позволившая предположить режимы приготовления макаронного теста из гречневой муки. Изучен гранулометрический состав образцов гречневой муки, выявивший различия в размере частиц и выравненности образцов муки. Установлена возможность производства макаронных изделий из гречневой муки методом прессования с добавлением структурообразующих ингредиентов, в качестве которых использовали модифицированный крахмал и яичный меланж. Изучено влияние структурообразователей на процесс прессования, показатели качества макаронных изделий, включая их варочные свойства. На основании комплексного анализа полученных результатов определен оптимальный структурообразующий ингредиент и установлена его дозировка в рецептуре макаронных изделий из гречневой муки. Установлена возможность производства макаронных изделий из гречневой цельносмолотой муки с добавлением в качестве структурообразующего ингредиента яичного меланжа. Произведен расчет гликемического индекса и пищевой ценности макаронных изделий из гречневой и гречневой цельносмолотой муки, по результатам которого разработанные изделия отнесены к специализированной продукции диетического лечебного и диетического профилактического назначения.

Ключевые слова: гречневая мука, макаронные изделия, химический состав, параметры прессования, показатели качества, варочные свойства, пищевая ценность, гликемический индекс

M.N. Vasilevskaya, A.F. Tsikhanovich

Mogilev State University of Food Technologies, Mogilev, Belarus

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF BUCKWHEAT PASTA MANUFACTURING

Abstract. After studying the assortment of domestic pasta products, a high prevalence of traditional pasta products from wheat flour and a small number of products using non-traditional raw materials was established. A comparative analysis of the chemical composition of the main components of buckwheat and wheat grains has been carried out, which has shown the benefits of buckwheat and buckwheat products in food production, including specialized food products with the therapeutic and preventive dietetic purposes. The aim of the research was to study the possibility of using buckwheat flour in pasta production. In the study standard and special methods for investigation of raw materials as well as semi-finished products and finished products were used, the glycemic index and the nutritional value of the obtained pasta products from buckwheat and whole-ground buckwheat flour were calculated. The swelling of buckwheat flour samples was determined, which allowed to define the modes of preparation of pasta dough from buckwheat flour. The granulometric composition of buckwheat flour samples was studied, which revealed differences in particle size and evenness of flour samples. The possibility of producing pasta from buckwheat flour using a method of pressing (extrusion) when

adding some structure-forming ingredients was found. Modified starch and egg mйlange were used as the structure-forming ingredients. The influence of structure-forming agents on the process of pressing (extrusion), the quality indicators of pasta as well as their cooking properties, were studied. Based on a comprehensive analysis of the results obtained, the optimal structure-forming ingredient was determined, its amount in the recipe of pasta from buckwheat flour was established. The possibility of pasta production from whole-ground buckwheat flour with addition of egg melange as a structure-forming ingredient has been found. The glycemic index and nutritional value of pasta made from buckwheat and whole-ground buckwheat flour have been calculated, which resulted in classification of the developed products into specialized food products with the therapeutic and preventive dietetic purposes.

Key words: buckwheat flour, pasta, chemical composition, pressing parameters, quality indicators, cooking properties, nutritional value, glycemic index

Введение. Макаaronная промышленность Республики Беларусь в настоящее время производит достаточно большой ассортимент макаaronных изделий. В большинстве случаев разнообразие ассортимента обусловлено различной формой и длиной изделий. При этом основную массу макаaronных изделий отечественного производства составляют традиционные изделия, изготовленные из продуктов размола зерна пшеницы. Только незначительная часть макаaronной продукции производится из смеси пшеничной и ржаной муки, а также из пшеничной муки с введением дополнительного сырья в виде пряностей или продуктов переработки овощей.

Вместе с тем в мировой практике для производства макаaronных изделий достаточно широко применяется разнообразное нетрадиционное сырье: продукты переработки зерновых (кроме пшеницы), бобовых, клубневых культур. Применение такого сырья позволяет расширить ассортимент макаaronных изделий, получить продукт с заданным химическим составом и пищевой ценностью, изготавливать специализированную продукцию диетического лечебного и диетического профилактического назначения [1, 2].

Среди нетрадиционного для макаaronного производства сырья отдельный интерес представляют продукты переработки гречихи. Использование в макаaronном производстве продуктов переработки гречихи является особенностью национальной кухни отдельных, как правило, восточных регионов. Так, в Японии и Китае производится лапша «соба», для изготовления которой используется гречневая мука [3, 4, 5, 6]. В Республике Беларусь макаaronные изделия из продуктов переработки гречихи не изготавливаются, такие изделия импортируются и отличаются более высокой стоимостью в сравнении с традиционными макаaronными изделиями.

Зерно гречихи и продукты ее переработки по химическому составу и пищевой ценности существенно отличаются от аналогичных продуктов из пшеницы [7]. Химический состав зерна гречихи в сравнении с зерном мягкой и твердой пшеницы представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав зерновых культур
Table 1. Chemical composition of crops

Нутриенты	Зерно гречихи	Зерно твердой пшеницы	Зерно мягкой пшеницы ¹
Белки, г/100 г	10,8	13,0	11,2
Жиры, г/100 г	3,2	2,5	2,1
Крахмал/моно- и дисахариды, г/100 г	52,9/1,5	54,5/0,8	54,0/1,2
Клетчатка, г/100 г	10,8	2,3	2,4
Зольные вещества, г/100 г	2,0	1,7	1,7
Витамины			
В ₁	0,3	0,37	0,41
В ₂	0,14	0,1	0,17
РР	3,87	4,94	5,04

¹ – данные приведены для озимой пшеницы

Анализ приведенных данных показал, что по содержанию белка и крахмала зерно гречихи несколько уступает пшенице, однако превосходит ее по количеству жиров, зольных веществ и, особенно, клетчатки.

Из литературных источников известно, что в сравнении с пшеницей гречиха характеризуется практически полным отсутствием проламиновой фракции белка и невысоким содержанием глютеиновой фракции, которые являются белковыми фракциями, образующими клейковину, и не должны содержаться в продуктах питания, используемых в аглютеновой диете. При этом в зерне гречихи

преобладает альбуминовая и присутствует глобулиновая белковые фракции, что позволяет использовать этот вид зерновой культуры при организации аглютенного питания. Известно, что зерно гречихи отличается высоким содержанием большинства незаменимых аминокислот, за исключением изолейцина и серосодержащих аминокислот. Так, гречиха превосходит пшеницу по лизину, треонину, валину и триптофану, и по некоторым аминокислотам приближается к продуктам животного происхождения, что с позиции полноценности белка делает гречиху ценным растительным источником аминокислот [8, 9].

Среди зерновых гречиха отличается наибольшим содержанием железа, также в ней присутствует кальций, магний, фосфор, калий [7]. По содержанию витаминов B_1 , B_2 , PP зерно гречихи близко к пшенице. Известно, что гречиха является источником флавоноидов, таких как катехины, рутин, кверцетин, галловая кислота, которые играют важную роль в биологических и биохимических процессах жизнедеятельности организма. По содержанию клетчатки гречиха превосходит пшеницу в 5 раз, что вместе с меньшим количеством крахмала, обуславливает низкое значение гликемического индекса гречихи и продуктов ее переработки, что является положительным фактором с позиции диетологии. Таким образом, приведенные данные показывают, что применение гречихи и продуктов ее переработки для производства продуктов питания, в том числе и макаронных изделий, позволит получить продукцию с заданным химическим составом, предназначенную как для массового потребления, так и при организации специализированного питания, например, при составлении диабетических или аглютенных рационов. В настоящее время активно проводятся исследования по использованию гречневой муки при производстве различных групп пищевой продукции [10, 11, 12, 13, 14].

В Республике Беларусь гречиха является традиционной сельскохозяйственной культурой. Согласно имеющимся данным, в 2018 г гречиха выращивалась на площади 39,9 тыс. га, валовой сбор зерна этой культуры составил 60 тыс. т., что в совокупности с крупой, поставляемой в республику по импорту, полностью обеспечивает потребности населения страны в зерне гречихи (при норме 6 кг/чел в год) [15], а также позволяет использовать эту зерновую культуру и продукты ее переработки для производства различных пищевых продуктов. В настоящее время на предприятиях Республики Беларусь из зерна гречихи изготавливается два сорта крупы (ядрица и продел), четыре сорта муки (высшего, первого, второго сортов и «Старожитная»), а также смеси гречневой и пшеничной муки [16]. Эти продукты переработки гречихи могут использоваться не только для приготовления кулинарных блюд в системе общественного питания или домашних условиях, но и применяться для изготовления пищевых продуктов, в том числе макаронных изделий.

Цель исследований заключалась в изучении возможности использования гречневой муки для производства макаронных изделий.

Предметом исследований являлись технологические свойства образцов гречневой муки, позволяющие использовать ее в качестве сырья для производства макаронных изделий. В качестве объектов исследования выступали следующие образцы гречневой муки: гречневая мука «Старожитная» (производства ОАО «Гомельхлебопродукт» ТУ РБ 600024008.084–2002, Республика Беларусь) и гречневая цельносмолотая мука (производства ООО «Образ жизни» ТУ 10.61.20–001–38744625–2016, Российская Федерация), а также макаронное тесто и изготовленные макаронные изделия. Для достижения поставленной цели были выделены следующие задачи: изучить технологические свойства образцов гречневой муки применительно к технологии производства макаронных изделий; разработать рецептурный состав макаронных изделий из гречневой муки; исследовать процесс прессования и определить основные технологические параметры производства макаронных изделий из гречневой муки; исследовать показатели качества теста и изготовленных макаронных изделий; рассчитать гликемический индекс и пищевую ценность макаронных изделий из гречневой муки.

Методы исследований. В работе использовали стандартные и специальные методы исследований: показатели качества образцов муки и изготовленных макаронных изделий исследовали по стандартным методикам, указанным в соответствующих технических нормативно-правовых актах [17, 18, 19, 20, 21]; набухающую способность образцов муки определяли путем смешивания их с водой температурой $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и последующей выдержкой в течение 24 ч [22, 23]; гранулометрический состав муки определяли с использованием набора сит; гликемический индекс макаронных изделий определяли расчетным путем на основании измерения уровня глюкозы в крови при потреблении порции исследуемого продукта относительно уровня глюкозы, вызванного потреблением контрольного материала с известным гликемическим индексом за фиксированный период времени; пищевую ценность макаронных изделий определяли расчетным путем [7, 24, 25]. Результаты исследований обрабатывали и анализировали с использованием стандартного пакета Microsoft office для Windows XP.

Результаты исследований. Показатели качества используемых образцов муки в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта М 54–28 представлены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели качества исследуемых образцов муки
Table 2. Quality indicators of the analyzed flour samples

Показатели качества	Пшеничная мука М 54–28	Гречневая мука «Старожитная»	Гречневая цельносмолотая мука
Внешний вид	однородный сыпучий продукт		
Цвет	белый с кремовым оттенком	светло-коричневый с серым оттенком	
Запах	свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов	свойственный гречневой муке, без посторонних запахов	
Вкус	свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов	свойственный гречневой муке, без посторонних привкусов	
Хруст	отсутствует		
Влажность, %	10,5	10,2	12,0
Кислотность, град	2,8	4,4	5,4
Набухаемость, мл/г	2,0	3,2	3,3

Исследованиями, результаты которых представлены в табл. 2, установлено соответствие органолептических показателей качества образцов муки требованиям соответствующих технических нормативно-правовых актов. Влажность исследуемых образцов не превышает регламентированного значения. Отмечены более высокие значения кислотности обоих видов гречневой муки в сравнении с пшеничной мукой, что объясняется химическим составом, в частности большим содержанием кислореагирующих фосфатов в гречневой муке [8, 9].

Анализ набухаемости, которую определяли с целью предположения параметров приготовления макаронного теста из гречневой муки, показал, что величина этого показателя для гречневой и гречневой цельносмолотой муки составила 3,2 и 3,3 мл/г соответственно, что примерно в 1,5 раза превышает набухаемость пшеничной муки. Разница в величине этого показателя обусловлена химическим составом гречневой муки, в частности более высоким содержанием клетчатки. Предположительно, большая набухаемость гречневой муки в сравнении с пшеничной потребует большего количества воды для получения теста со структурно-механическими свойствами, необходимыми для обеспечения процесса прессования макаронных изделий.

В макаронном производстве наряду с общепринятыми показателями качества большое значение имеют технологические, в частности макаронные свойства муки, характеризующие возможность получения из нее макаронных изделий высокого качества, а также имеющие существенное значение при ведении технологического процесса производства макаронных изделий. Одним из таких свойств является гранулометрический состав муки, который изучали при проведении настоящих исследований. Размер частиц муки обуславливает ее водопоглощительную способность, что учитывается при выборе режима приготовления теста, а также определяет структурно-механические свойства теста и сказывается на параметрах процесса прессования макаронных изделий [1]. Кроме того, для стабильной работы прессующего оборудования и получения макаронных изделий хорошего качества используемая мука должна быть выровнена по гранулометрическому составу. Результаты исследования гранулометрического состава образцов гречневой муки в сравнении с пшеничной мукой представлены на рис. 1.

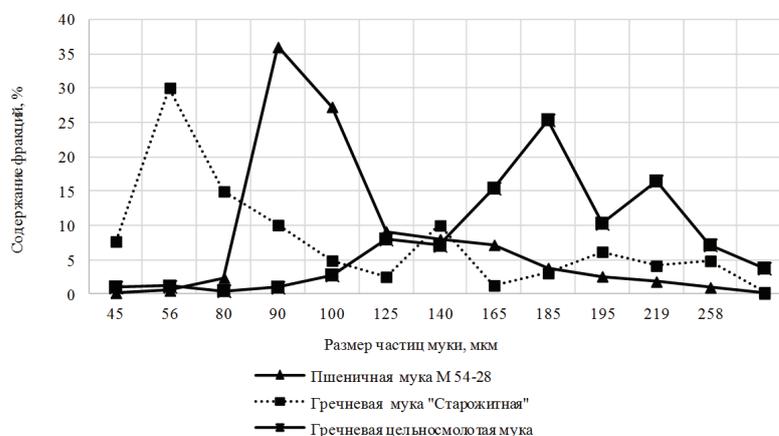


Рис. 1. Гранулометрический состав исследуемых образцов муки
Fig. 1. Granulometric composition of the analyzed flour samples

Установлено, что в исследуемом образце пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта преобладают мелкие фракции с размером частиц от 90 до 125 мкм, суммарное содержание которых составляет примерно 70 %. Полученные данные свидетельствуют о достаточно высокой степени выравненности исследуемого образца пшеничной муки по гранулометрическому составу. В образце гречневой муки также преобладают мелкие фракции, размеры частиц которых колеблются от 56 до 90 мкм, общее содержание которых составляет в среднем 54 %. В гречневой цельносмолотой муке преобладают фракции, содержащие частицы значительно большего размера в сравнении с представленными выше образцами. Так, в наибольшем количестве в этом образце содержатся частицы размером 165, 185, 195 и 219 мкм, общее количество которых составляет примерно 66 %. При этом в образцах гречневой и гречневой цельносмолотой муки, равно как и в пшеничной муке, помимо указанных выше присутствуют все определяемые фракции, содержание каждой из которых в отдельности не превышает 8 %. Различия гранулометрического состава гречневой и гречневой цельносмолотой муки в сравнении с пшеничной мукой, вероятно, объясняются как различиями анатомического строения зерновки и особенностями ведения размольного процесса, так и тем, что в исследованиях использовались образцы муки, изготовленные различными производителями.

Полученные результаты исследования набухаемости и гранулометрического состава муки указывают, что по аналогии с технологией приготовления теста для макаронных изделий из пшеничной муки, параметры приготовления теста для макаронных изделий из гречневой муки будут близки. При этом более высокие значения набухаемости гречневой муки, вероятно, обусловят необходимость повышения влажности макаронного теста с целью обеспечения необходимых структурно-механических свойств и процесса его прессования. Преобладание более крупных частиц в гречневой цельносмолотой муке, вероятно, скажется на характеристиках процесса прессования макаронных изделий [1].

Выше указывалось, что гречиха и гречневая мука соответственно характеризуются отсутствием клейковинных белков, которые выполняют структурообразующую функцию при приготовлении теста и формовании макаронных изделий, а также при их кулинарной обработке. Это указывает на необходимость использования дополнительных технологических приемов для получения из гречневой муки теста с требуемыми структурно-механическими свойствами, обеспечивающими процесс прессования макаронных изделий [1, 26]. В исследованиях с этой целью в рецептуру макаронных изделий вводили дополнительный структурообразующий ингредиент, в качестве которого использовали широко применяемый в пищевой промышленности яичный меланж и модифицированный крахмал, а именно кукурузный экструзионный крахмал (далее КЭК). Этот крахмал получают посредством экструзии нативного кукурузного крахмала, в результате изменяются строение крахмальных полисахаридов, а также физические и технологические свойства крахмала. Для экструзионных крахмалов характерны высокая набухаемость и растворимость в температурном диапазоне 20–30 °С, а также низкая температура процесса студнеобразования, при этом образующийся студень связывает рецептурные компоненты и тем самым выполняет структурообразующую функцию при производстве продуктов питания [27, 28, 29]. Экспериментально нами была установлена достаточно высокая набухаемость кукурузного экструзионного крахмала, которая при температуре (20 ± 2) °С составила 7,6 мл/г, что в 2 раза превышает этот показатель для гречневой муки и указывает на возможность его применения в качестве структурообразующего ингредиента макаронного теста при проведении настоящих исследований.

На первом этапе исследований по установлению возможности изготовления макаронных изделий из гречневой муки использовали муку гречневую «Старожитная». Дозировки кукурузного экструзионного крахмала и меланжа в рецептуре макаронных изделий варьировали от 5 до 20 % к массе муки с шагом в 5 %. На данном этапе исследований расчетная влажность теста составляла 34 %, температура воды для замеса теста 40 °С. Прессование макаронных изделий осуществляли на лабораторном макаронном прессе «LaMonferrina».

Исследованиями установлено, что количество модифицированного крахмала и меланжа не оказало существенного влияния на структуру макаронного теста после замеса. Влияние вида и дозировок используемых структурообразователей на скорость прессования макаронных изделий из гречневой муки представлено на рис. 2.

Установлено, что прессование макаронных изделий из гречневой муки, несмотря на отсутствие в ней клейковинных белков, возможно при добавлении даже минимальных дозировок используемых в исследованиях структурообразователей. При этом скорость прессования образцов, содержащих яичный меланж, характеризовалась более высокими значениями. Это, вероятно, объясняется более выраженной структурообразующей функцией белковой фракции яйца, а также наличием в желтке лецитина, который обладает свойствами поверхностно-активных веществ и способствует интенсификации процесса прессования макаронных изделий. Кроме того, у образцов, содержащих яичный меланж, отмечена менее шероховатая поверхность, что также является следствием присутствия лецитина [1].

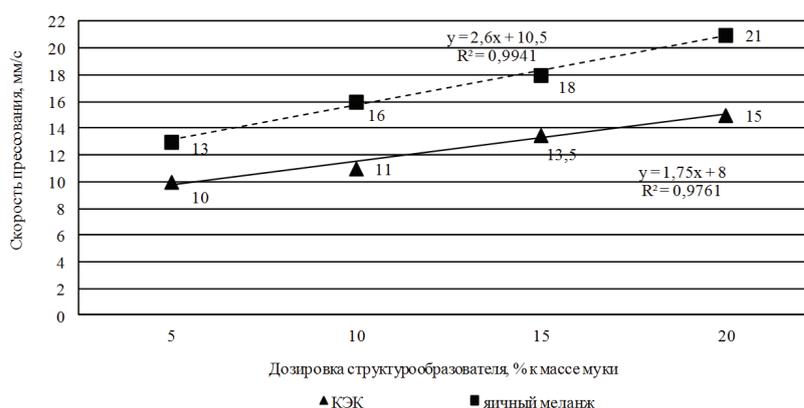


Рис. 2. Влияние вида и дозировок структурообразователей на скорость прессования макаронных изделий из гречневой муки
 Fig. 2. Influence of the type and dosage of structure-forming ingredients on the speed of buckwheat pasta extrusion

Следует отметить, что вид и дозировки используемых структурообразователей не оказали существенного влияния на процессы разделки и сушки макаронных изделий из гречневой муки. Все образцы сухих макаронных изделий представляли собой лапшу, имеющую гладкую с некоторой шероховатостью поверхность и мучнистый излом. Изделия характеризовались светло-коричневым цветом с серым оттенком, вкусом и запахом свойственным гречневой муке, без посторонних привкусов и запахов. Влажность всех образцов находилась в пределах от 11,2 до 12,3 %, что не превышает регламентированного для этой группы пищевых продуктов значения 13,0 %. Кислотность макаронных изделий из гречневой муки с добавлением КЭК варьировалась от 2,0 до 3,0 град, а образцов, содержащих меланж, от 3,0 до 3,5 градусов, что несколько ниже кислотности гречневой муки и объясняется присутствием структурообразователей в рецептуре изделий.

Одним из достоинств макаронных изделий как продукта питания является простота и быстрота приготовления. Поведение макаронных изделий в процессе кулинарной обработки характеризуется комплексом показателей качества, объединенных в группу так называемых варочных свойств. К варочным свойствам макаронных изделий относятся продолжительность варки до готовности, органолептические показатели качества сваренных макаронных изделий, коэффициент увеличения массы и сохранность формы сваренных изделий, а также количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду [1, 20, 21]. Варочные свойства макаронных изделий помимо прочего определяют вкусовую и питательную ценность изделий и представляют наибольший интерес для потребителя. Варочные свойства макаронных изделий из гречневой муки с добавлением различных видов и дозировок структурообразователей представлены в табл. 3.

Согласно представленным данным, добавление яичного меланжа способствовало улучшению состояния образцов после варки и получению изделий с несколько упругой при разжевывании текстурой. Вкус всех образцов сваренных макаронных изделий характеризовался как свойственный изделиям из гречневой муки без посторонних привкусов. Продолжительность варки макаронных изделий из гречневой муки составляет в среднем 2 мин, за исключением образца, содержащего максимальное количество КЭК. Коэффициент увеличения массы сваренных изделий отражает количество поглощенной воды и характеризует вкусовые свойства сваренных изделий. Согласно общепринятым рекомендациям, величина этого показателя для макаронных изделий хорошего качества из пшеничной муки находится в диапазоне 1,5–2,5. Установлено, что для образцов, содержащих КЭК, при повышении дозировки модифицированного крахмала наблюдается снижение коэффициента увеличения массы с 1,7 до 1,5, а также уменьшение сохранности формы сваренных изделий, что, вероятно, обусловлено низкой структурообразующей способностью экструзионного крахмала при высоких температурах. Следует отметить, что макаронные изделия из гречневой муки, изготовленные с добавлением яичного меланжа, в большей степени поглощают и удерживают воду в процессе варки, что подтверждается более высокими значениями коэффициента увеличения массы, при этом сваренные изделия характеризуются достаточно высокой сохранностью формы (97–98 %).

С позиции потребителя наибольший интерес из группы варочных свойств макаронных изделий представляет показатель, характеризующий количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду. Этот показатель обуславливает выход готового блюда и для макаронных изделий хорошего качества должен быть как можно ниже [30]. Сухое вещество, перешедшее в варочную воду при вар-

ке макаронных изделий из гречневой муки с различными видами и дозировками структурообразователей, представлено на рис. 3.

Т а б л и ц а 3. Варочные свойства макаронных изделий из гречневой муки с добавлением различных видов и дозировок структурообразователей
Table 3. Cooking properties of buckwheat flour pasta with different types and dosages of structure-forming ingredients

Показатели качества	Дозировка структурообразователя, % к массе муки			
	5,0	10,0	15,0	20,0
Макаронные изделия с добавлением КЭК				
Состояние изделий после варки	форму сохранили, слегка слиплись		форму сохранили, не слиплись	
Вкус	свойственный макаронным изделиям из гречневой муки, без посторонних привкусов			
Текстура	мягкие при разжёвывании			
Продолжительность варки до готовности, мин	2,0	2,0	2,0	1,5
Коэффициент увеличения массы сваренных изделий	1,7	1,6	1,5	1,5
Сохранность формы сваренных изделий, %	97	96	96	95
Макаронные изделия с добавлением яичного меланжа				
Состояние изделий после варки	сохранили форму, не слиплись			
Вкус	свойственный макаронным изделиям из гречневой муки, без посторонних привкусов			
Текстура	несколько упругие при разжёвывании			
Продолжительность варки до готовности, мин	2,0	2,0	2,0	2,0
Коэффициент увеличения массы сваренных изделий	1,5	1,6	1,8	1,8
Сохранность формы сваренных изделий, %	97	98	98	98



Рис. 3. Сухое вещество, перешедшее в варочную воду при варке макаронных изделий из гречневой муки с различными видами и дозировками структурообразователей

Fig. 3. Dry matter transferred to cooking water when cooking pasta from buckwheat flour with various types and dosages of structure-forming ingredients

Результаты исследования влияния вида и дозировок структурообразователей на величину потерь сухого вещества при варке макаронных изделий из гречневой муки подтверждают данные, получен-

ные ранее. Так, установлено, что увеличение дозировки КЭК в рецептуре макаронных изделий из гречневой муки приводит к повышению количества сухого вещества, переходящего в варочную воду. Это объясняется тем, что кукурузный экструзионный крахмал является достаточно эффективным структурообразующим ингредиентом на стадии приготовления макаронного теста при температуре 25–30 °С, однако при варке макаронных изделий его структурообразующие свойства снижаются вследствие повышения температуры и высокой растворимости, что и приводит к увеличению потерь сухого вещества при варке макаронных изделий [27, 28]. Яичный меланж, напротив, обладает структурообразующими свойствами во всем интересующем температурном диапазоне, что проявляется как на стадии приготовления теста, так и при варке макаронных изделий: благодаря тепловой денатурации яичного белка происходит фиксирование формы, образование упругой при разжевывании текстуры сваренных изделий и снижение перехода сухого вещества макаронных изделий в варочную воду. Следует отметить, что величина этого показателя для макаронных изделий хорошего качества, изготавливаемых из пшеничной муки, в зависимости от группы варьируется от 6,0 до 10,0 % [20, 21].

Таким образом, полученные при проведении исследований результаты показывают возможность изготовления макаронных изделий из гречневой муки с добавлением структурообразующего ингредиента, в качестве которого наиболее целесообразно применение яичного меланжа. Использование меланжа в рецептуре макаронных изделий из гречневой муки способствует интенсификации процесса прессования макаронных изделий и получению продукта с более высокими потребительскими характеристиками. Рекомендованные дозировки яичного меланжа в рецептуре макаронных изделий из гречневой муки составляют 10–20 % к массе муки. При таких дозировках меланжа возможно получить продукцию, характеризующуюся хорошими показателями качества, в том числе варочными свойствами, при достаточно высокой эффективности работы прессующего оборудования. Применение кукурузного экструзионного крахмала в качестве структурообразующего ингредиента при производстве макаронных изделий из гречневой муки возможно, при этом дозировка этого структурообразователя в рецептуре должна быть не высокой и составлять 5–10 % к массе муки. Однако, для получения готовой продукции с хорошими потребительскими характеристиками, в частности варочными свойствами, требуется проведение дополнительных исследований.

На следующем этапе исследований изучали возможность использования для производства макаронных изделий гречневой цельносмолотой муки взамен гречневой муки. Вследствие специфики ведения технологического процесса изготовления гречневая цельносмолотая мука в сравнении с гречневой мукой имеет отличия по химическому составу, в частности содержит большее количество клетчатки, минеральных веществ и витаминов, что с позиции диетологии характеризует ее как ценное сырье. При проведении исследований рецептура макаронных изделий включала гречневую цельносмолотую муку и яичный меланж в установленном ранее количестве 15 % к массе муки. Прессование макаронных изделий осуществляли на лабораторном макаронном прессе «LaMonferrina». При этом расчетная влажность теста составляла 34 %, температура воды для замеса теста 40 °С.

Экспериментально установлено, что скорость прессования макаронных изделий из гречневой цельносмолотой муки составляет в среднем 25 мм/с, что несколько превышает значение полученной при прессовании макаронных изделий из гречневой муки с аналогичным содержанием яичного меланжа и обусловлено гранулометрическим составом муки (рис. 1) и более высоким содержанием в ней пищевых волокон. При этом отпрессованные и высушенные макаронные изделия характеризовались правильной формой в виде лапши, светло-коричневым цветом с серым оттенком, гладкой с незначительной шероховатостью поверхностью, вкусом и запахом, свойственными макаронным изделиям из гречневой муки, без посторонних привкусов и запахов. Кислотность макаронных изделий из гречневой цельносмолотой муки составила 4,0 град, влажность 11,5 %, что близко к значениям, полученным для макаронных изделий из гречневой муки. Варочные свойства макаронных изделий из гречневой цельносмолотой муки приведены в табл. 4.

Как видно из представленных данных, макаронные изделия из гречневой цельносмолотой муки характеризовались достаточно хорошими варочными свойствами. Продолжительность варки до готовности составила 2,0 мин, сваренные изделия сохранили форму, имели характерный вкус и несколько упругую при разжевывании текстуру. Количество сухого вещества, перешедшее в варочную воду при варке макаронных изделий, чуть выше значения полученного для аналогичного образца, изготовленного из гречневой муки. Следует отметить меньшее значение коэффициента увеличения массы и меньшую сохранность формы сваренных изделий в сравнении с макаронными изделиями из гречневой муки, что, вероятно, объясняется повышенным содержанием клетчатки в гречневой цельносмолотой муке. Вместе с тем комплексная оценка процесса прессования и показателей качества макаронных изделий показывает возможность и целесообразность изготовления макаронных изделий из гречневой цельносмолотой муки с добавлением в качестве структурообразующего ингредиента 15 % яичного меланжа.

Т а б л и ц а 4. Варочные свойства макаронных изделий из гречневой цельносмолотой муки
 T a b l e 4. Cooking properties of whole-ground buckwheat pasta

Показатели качества	Характеристика и значение
Состояние изделий после варки	сохранили форму, слегка слиплись
Вкус	свойственный макаронным изделиям из гречневой муки, без посторонних привкусов
Текстура	несколько упругие при разжёвывании
Продолжительность варки до готовности, мин	2,0
Коэффициент увеличения массы сваренных изделий	1,6
Сохранность формы сваренных изделий, %	95
Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %	6,0

Для макаронных изделий из гречневой и гречневой цельносмолотой муки помимо общепринятых показателей качества определяли гликемический индекс, который отражает изменение уровня глюкозы в крови при употреблении продукта и скорость усвоения простых углеводов. Величина гликемического индекса является основанием для возможности применения продукта в питании людей, страдающих сахарным диабетом и/или контролирующим вес [31, 2]. При проведении исследований полученные значения гликемического индекса макаронных изделий из гречневой и гречневой цельносмолотой муки сравнивали с величиной этого показателя для макаронных изделий, изготовленных из пшеничной муки. Для этого были выбраны макаронные изделия группы А и В белорусского производства, изготовленные из продуктов размола твердой и мягкой пшеницы соответственно, как наиболее часто используемые отечественными потребителями. Средние значения уровня глюкозы в крови в течение времени при употреблении исследуемых образцов макаронных изделий представлено на рис. 4.

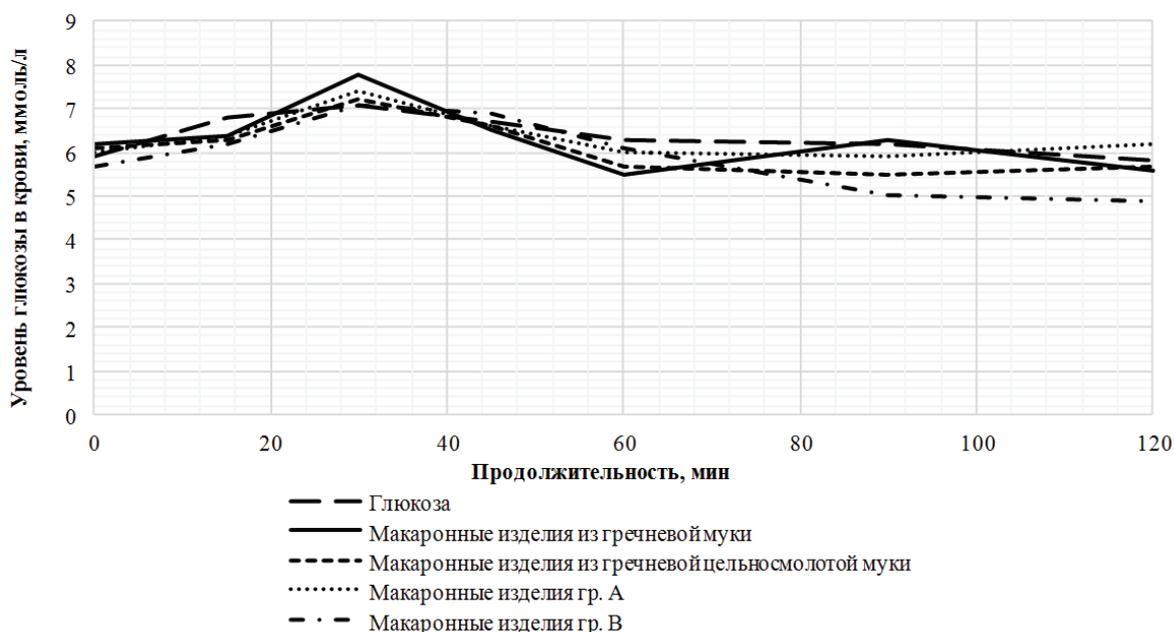


Рис. 4. Изменение уровня глюкозы в крови в течение времени при употреблении исследуемых образцов макаронных изделий

Fig. 4. Changes in blood glucose over time of consuming test samples of pasta

Расчетные значения гликемического индекса, содержание основных нутриентов и энергетическая ценность сухих макаронных изделий из гречневой и гречневой цельносмолотой муки в сравнении с макаронными изделиями группы А и В отечественного производства представлены в табл. 5.

Гликемический индекс макаронных изделий из гречневой муки составил 49, из гречневой цельносмолотой муки 51, что ниже значений полученных для макаронных изделий из пшеничной муки, особенно изделий группы В. Согласно имеющимся медицинским рекомендациям продукты, имеющие гликемический индекс 55 и ниже, относятся к группе продуктов питания с низким гликемическим индексом и могут быть рекомендованы для питания людей, страдающих сахарным диабетом

и/или избыточной массой тела [2, 31]. Полученные результаты позволяют отнести макаронные изделия из гречневой и гречневой цельносмолотой муки к указанной категории продуктов питания. Вместе с тем отсутствие клейковинных белков в составе разработанных макаронных изделий позволяет включать эту продукцию в глютеносвободные рационы питания.

Т а б л и ц а 5. Пищевая ценность и гликемический индекс образцов макаронных изделий

Table 5. Nutritional value and glycemic index of pasta samples

Наименование нутриентов и показателей	Макаронные изделия из гречневой муки	Макаронные изделия из гречневой цельносмолотой муки	Макаронные изделия из муки твердых пшениц (группа А)	Макаронные изделия из муки мягких пшениц (группа В)
Белки, г/100 г	13,0	14,5	13,0	11,0
Жиры, г/100 г	4,0	5,0	1,0	1,0
Углеводы, г/100 г	70,0	62,0	73,0	78,0
Клетчатка, г/100 г	–	4,4	–	–
Энергетическая ценность 100 г сухих изделий, ккал/кДж	370/1550	350/1500	350/1500	330/1380
Гликемический индекс	49	51	57	79

Заключение. Изучен ассортимент отечественных макаронных изделий, установлено наличие продукции, изготавливаемой из продуктов размола пшеницы, а также небольшое количество изделий с добавлением нетрадиционного для макаронного производства сырья. Сравнительный анализ химического состава зерна пшеницы и гречихи показал целесообразность использования продуктов размола гречихи для производства специализированной продукции диетического лечебного и диетического профилактического назначения, в том числе макаронных изделий для диабетических и глютеносвободных рационов питания. Исследование технологических свойств и гранулометрического состава образцов гречневой и гречневой цельносмолотой муки позволило спрогнозировать режимы приготовления макаронного теста. При изучении возможности производства макаронных изделий из гречневой муки методом прессования показана необходимость применения структурообразующих ингредиентов, в качестве которых предложено использование модифицированного крахмала и яичного меланжа. Установлено, что применение яичного меланжа в сравнении использованием кукурузного экструзионного крахмала обуславливает более эффективную работу прессующего оборудования благодаря высокой скорости прессования макаронных изделий. Исследование потребительских характеристик, в том числе варочных свойств, макаронных изделий из гречневой муки с добавлением различных дозировок яичного меланжа и кукурузного экструзионного крахмала показало целесообразность использования в качестве структурообразующего ингредиента яичного меланжа. Рекомендуемая дозировка меланжа в рецептуре макаронных изделий из гречневой муки установлена на основании комплексного анализа характеристик технологического процесса и показателей качества макаронных изделий и составляет 10–20 % к массе гречневой муки. Установлена возможность производства макаронных изделий из гречневой цельносмолотой муки с добавлением в качестве структурообразователя яичного меланжа. Результаты исследований по определению гликемического индекса и пищевой ценности макаронных изделий из гречневой и гречневой цельносмолотой муки позволили отнести разработанные изделия к специализированной продукции диетического лечебного и диетического профилактического назначения. Так, низкое значение гликемического индекса указывает на возможность включения разработанных макаронных изделий в рационы питания людей, страдающих сахарным диабетом и/или избыточной массой тела, а отсутствие клейковинных белков в их составе позволяет включать эти продукты в глютеносвободные рационы питания. В целом производство макаронных изделий из гречневой и гречневой цельносмолотой муки позволит расширить ассортимент отечественных макаронных изделий, изготовить специализированную продукцию с заданным химическим составом и пищевой ценностью, предназначенную, в том числе, для диетического лечебного и диетического профилактического питания, организовать производство импортозамещающей продукции и повысить эффективность переработки отечественного сельскохозяйственного сырья.

Список использованных источников

1. Медведев, Г.М. Технология макаронного производства / Г.М. Медведев. – М.: Колос, 2000. – 272 с.

2. Юдина, С.Б. Технология продуктов функционального питания / С. Б. Юдина. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 280 с.
3. Производство национальных макаронных изделий в Японии / Пер. Н.А. Будюк. – М.: ЦНИИ-ТЭИпищепром, 1986. – 10 с.
4. Лапша длиной в жизнь [Электронный ресурс] / Известия. – Москва, 2019. – Режим доступа: <http://www.izvestia.ru>. – Дата доступа: 12.02.2019.
5. Безбелковые, безглютеновые макароны и смеси для выпечки, макароны и смеси для здорового питания [Электронный ресурс] / Продукты МакМастер: официальный интернет-магазин продуктов МакМастер. – Режим доступа: <http://mak-master.ru>. – Дата доступа: 14.02.2019.
6. Интернет-магазин «Medicalfood». [Электронный ресурс] – Режим доступа: medicalfoodby@gmail.com. – Дата доступа: 15.02.2019.
7. 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.
8. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки: учебное пособие для вузов / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
9. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н.П. Козьмина. – М.: Государственное издательство технической и экономической литературы, 1950. – 324с.
10. Саитова, М.Э. Гречневая мука при производстве мучных кондитерских и кулинарных изделий / М.Э. Саитова, Г.Г. Дубцов // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2018. – № 3 – 4. – С. 36–39.
11. Хмелева, Е.В. Влияние гречневой муки на качество и пищевую ценность зернового хлеба / Е.В. Хмелева // Хлебопродукты. – 2018. – № 4. – С. 40–43.
12. Саитова, М.Э. Гречневая мука в диетическом питании / М.Э. Саитова, Г.Г. Дубцов // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2014. – №3–4. – С. 14–15.
13. Темникова, О.Е. Влияние добавок гречневой муки и способов тестоприготовления на качество пшеничного хлеба / О.Е. Темникова, Н.А. Егорцев, А.В. Зимичев // Хлебопродукты. – 2012. – № 1. – С. 14–15.
14. Гаврилова, О.М. Приготовление хлеба с использованием гречневой муки / О.М. Гаврилова, И.В. Матвеева, П.И. Вакуленчик // Хлебопродукты. – 2007. – № 3. – С. 14–16.
15. Валовой сбор и урожайность гречихи [Электронный ресурс] / Нац. стат. комитет Республики Беларусь. – Минск, 2019. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 10.03.2019.
16. Гомельский комбинат хлебопродуктов [Электронный ресурс] / ОАО «ГОМЕЛЬХЛЕБОПРОДУКТ». – Режим доступа: <http://kolos.by>. – Дата доступа: 11.03.2019.
17. Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста: ГОСТ 27558–87. – Введ. 01.01.1989. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 8 с.
18. Мука и отруби. Метод определения влажности: ГОСТ 9404–87. – Введ. 01.01.1990. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 8 с.
19. Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке: ГОСТ 27493–87. – Введ. 01.01.1989. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 8 с.
20. Изделия макаронные. Общие технические условия: ГОСТ 31743–2017. – Введ. 01.01.2019. – М.: Стандартинформ, 2017. – 13 с.
21. Изделия макаронные. Общие технические условия: СТБ 1963 – 2009. – Введ. 01.07.2010. – Мн.: Госстандарт, 2010. – 27 с.
22. 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.
23. Ловкис, З.В. Технология крахмала и крахмалопродуктов: учебное пособие / З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, Н.Н. Петюшев. – Минск: Асобны, 2007. – 178 с.
24. Пищевая химия / С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.; под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.
25. Способ определения in vitro гликемического индекса пищевых продуктов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/245/2451938.html>. – Дата доступа: 05.12.2018.
26. Назаров, Н.И. Технология макаронных изделий / Н.И. Назаров. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 328 с.
27. Бутрим, С.М. Изучение физико-химических свойств экструзионных крахмалов различного биологического происхождения / С.М. Бутрим, В.В. Литвяк, В.В. Москва // Журнал прикладной химии / Russian Journal of Applied Chemistry. – 2009. – Т. 82. – Вып. 7. – С. 1099–1103.
28. Назаренко, Е.А. Исследование свойств экструзионных крахмалов как структурообразующих добавок при производстве безбелковых макаронных изделий / Е.А. Назаренко, Е.Ф. Тихонович, М.Н. Василевская // Вестник Воронеж. гос. ун-та. – 2013. – № 4 (39). – С. 205–212.

29. Тихонович, Е.Ф. Исследование структурообразующих свойств экструзионных крахмалов различных ботанических культур / Е.Ф. Тихонович, М.Н. Василевская, Н.С. Гусарова // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. IX Междунар. научн.-техн. конф., Могилев, 25–26 апреля 2013 г.: в 2 ч. / УО МГУП; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2013. – Ч. 1. – С. 125.
30. Факторы, влияющие на варочные свойства макаронных изделий / Пер. итал. Г.М. Медведев, Н.И. Маландеева. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1984. – 28 с.
31. Планирование питания при сахарном диабете [Электронный ресурс] Русский медицинский журнал. – Режим доступа: <https://www.rmj.ru>. – Дата доступа: 15.05.2019.

References

1. Medvedev G.M. *Technologiya makaronnogo proizvodstva [Pasta Technology]*. Minsk, Kolos Publ., 2000, 272 p. (in Russian).
2. Yudina S.B. *Tekhnologiya produktov funktsional'nogo pitaniya [Technology of functional nutrition products]*. Moscow, DeLi print Publ., 2008. – 280 p. (in Russian).
3. Budyuk N.A. *Proizvodstvo nacionalnykh makaronnykh izdelij v Yaponii [Production of national pasta in Japan]*. Moscow, CNIITEIpihhprom Publ., 1986. – 10 p. (in Russian).
4. *Lapsha dlinouy v zhizn (Life-long noodles)* Available at: <http://www.izvestia.ru/> (accessed 12 February 2019) (in Russian).
5. *Bezbelkovye, bezglyutenovye makarony i smesi dlya vypechki, makarony i smesi dlya zdorovogo pitaniya (Protein-free, gluten-free pasta and baking mixes, pasta and mixtures for a healthy diet)* Available at: <http://mak-master.ru/> (accessed 14 February 2019) (in Russian).
6. Internet-magazin «Medicalfood». (*On-line store "Medicalfood"*) Available at: <https://medicalfood.relax.by/> (accessed 15 February 2019) (in Russian).
7. Skurixin I.M., Volgarev M.N. *Ximicheskij sostav pishhevyykh produktov: kniga 1: spravochnye tablicy sodержaniya osnovnykh pishhevyykh veshhestv i energeticheskoy cennosti pishhevyykh produktov [The chemical composition of food]*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 224 p. (in Russian).
8. Kazakov E.D., Kretovich V.L. *Bioximiya zerna i produktov ego pererabotki [Biochemistry of grain and products of its processing]*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 368 p. (in Russian).
9. Kozmina N.P. *Bioximiya zerna i produktov ego pererabotki [Biochemistry of grain and products of its processing]*. Moscow, SHTEL Publ., 1950, 324 p. (in Russian).
10. Saitova M.E., Dubcov G.G. *Grechnevaya muka pri proizvodstve muchnykh konditerskix i kulinarnyx izdelij [Buckwheat flour in the production of flour confectionery and culinary products]*. Konditerskoe i xlebopekarnoe proizvodstvo, 2018, no. 3 – 4, pp. 36–39 (in Russian).
11. Xmeleva E.V. *Vliyanie grechnevoj muki na kachestvo i pishhevuyu cennost zernovogo xleba [The effect of buckwheat flour on the quality and nutritional value of grain bread]*. Xleboprodukty, 2018, no. 4, pp. 40–43 (in Russian).
12. Saitova M. E., Dubcov G. G. *Grechnevaya muka v dieticheskom pitanii [Buckwheat flour in diet]*. Konditerskoe i xlebopekarnoe proizvodstvo, 2014, no. 3–4, pp. 14–15. (in Russian).
13. Temnikova O.E., Egorcev N.A., Zimichev A.V. *Vliyanie dobavok grechnevoj muki i sposobov testoprigotovleniya na kachestvo pshenichnogo xleba [The effect of buckwheat flour additives and dough preparation methods on the quality of wheat bread]*. Xleboprodukty, 2012, no. 1, pp. 14–15 (in Russian).
14. Gavrilova O.M., Matveeva I.V., Vakulenchik P.I. *Prigotovlenie xleba s ispolzovaniem grechnevoj muki [Making bread using buckwheat flour]*. Xleboprodukty, 2007, no. № 3, pp. 14–16 (in Russian).
15. *Valovoj sbor i urozhajnost grechixi (Gross yield and yield of buckwheat. National Statistical Committee of the Republic of Belarus)* Available at: <http://www.belstat.gov.by/> (accessed 10 March 2019) (in Russian).
16. *Gomelskij kombinat xleboproduktov (Gomel combine bakery products)* Available at: <http://kolos.by/> (accessed 11 March 2019) (in Russian).
17. GOST 27558–87. *Muka i otrubi. Metody opredeleniya cveta, zapaxa, vkusa i xrusta [State Standard 27558–87. Flour and bran. Methods for determination of colour, odour, taste and crunch]*. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 8 p. (in Russian).
18. GOST 9404–87. *Muka i otrubi. Metod opredeleniya vlazhnosti [State Standard 9404–87. Flour and bran. Method of moisture content determination]*. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 8 p. (in Russian).
19. GOST 27493–87. *Muka i otrubi. Metod opredeleniya kislotnosti po boltushke [State Standard 27493–87. Flour and bran. Method for determination of acidity by beaten-up flour and water]*. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 8 p. (in Russian).
20. GOST 31743–2017 *Izdeliya makaronnyye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya [State Standard 31743–2017 Macaroni products. General specifications]*. Moscow, Standartinform Publ., 2017. 13 p. (in Russian).

21. STB 1963 – 2009. Izdeliya makaronnye. Obshhie texnicheskie usloviya [*State Standard 1963 – 2009 Pasta. General specifications*]. Minsk, Gosstandart Publ., 2010. – 27 p. (in Russian).
22. Tregubov N.N., Zharova E.A., Zhushman A.I., Sidorova E.K. Texnologiya kraxmala i kraxmaloproduktov [*Technology of starch and starch products*]. Moscow, Light and food industry Publ., 1981, 470 p. (in Russian).
23. Lovkis Z.V., Litvyak V.V., Petyushev N.N. Texnologiya kraxmala i kraxmaloproduktov [*Technology of starch and starch products*]. Minsk, Asobny Publ., 2007, 178 p. (in Russian).
24. Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. Pishhevaya ximiya [*Food Chemistry*]. St. Petersburg, GIORD Publ., 2007, 640 p. (in Russian).
25. Sposob opredeleniya in vitro glikemicheskogo indeksa pishhevyykh produktov (*The method of determining in vitro glycemic index of food products*) Available at: <http://www.findpatent.ru/patent/245/2451938.html>. / (accessed 25 March 2019) (in Russian).
26. Nazarov N.I. Texnologiya makaronnykh izdelij [*Pasta technology*]. Moscow, Food industry Publ., 1978, 328 p. (in Russian).
27. Butrim S.M., Litvyak V.V., Moskva V.V. Izuchenie fiziko-ximicheskikh svoystv ekstruzionnykh kraxmalov razlichnogo biologicheskogo proisxozhdeniya [*The study of the physico-chemical properties of extrusion starches of various biological origin*]. Zhurnal prikladnoy khimii, 2009, t. 82, vyp. 7, pp. 1099–1103 (in Russian).
28. Nazarenko E.A., Tixonovich E.F., Vasilevskaya M.N. Issledovanie svoystv ekstruzionnykh kraxmalov kak strukturoobrazuyushchix dobavok pri proizvodstve bezbelkovykh makaronnykh izdelij [*The study of the properties of extrusion starches as structure-forming additives in the production of protein-free pasta*]. Vestnik voronezh. gos. un-ta, 2013, no. 4 (39), pp. 205–212 (in Russian).
29. Tixonovich E.F., Vasilevskaya M.N., Gusarova N.S. Issledovanie strukturoobrazuyushchix svoystv ekstruzionnykh kraxmalov razlichnykh botanicheskikh kultur [*The study of the structure-forming properties of extrusion starches of various botanical crops pasta*] Tezisy doklada mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii “Tekhnika i tekhnologii pishchevyykh proizvodstv” [*Abstracts of an international scientific and technical conference “Equipment and technologies of food production”*]. Mogilev, 2013, ch. 1, p. 125 (in Russian).
30. Medvedev G.M., Malandeeva N.I. Faktory, vliyayushchie na varochnyye svoystva makaronnykh izdelij [*Factors affecting the cooking properties of pasta*]. Moscow, CNIITEI pishheprom Publ., 1984. – 28 p. (in Russian).
31. Planirovaniye pitaniya pri saxarnom diabete (*Nutrition planning for diabetes. Russian medical journal*) Available at: <https://www.rmj.ru/>. / (accessed 15 May 2019) (in Russian).

Информация об авторах

Василевская Марина Николаевна – канд. технических наук, доцент кафедры технологии хлебопродуктов учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212029, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: MarinaVasilevskaya15@yandex.by

Тихонович Елена Федоровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хлебопродуктов учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212029, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: e.tsikhanovich@mail.ru

Information about authors

Vasilevskaya Marina N. – Ph.D (Technical). The Mogilev State University of Food (3, Schmidt Ave., 212029, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: MarinaVasilevskaya15@yandex.by

Tsikhanovich Alena F. – Ph.D (Technical). The Mogilev State University of Food (3 Schmidt Ave., 212029, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: e.tsikhanovich@mail.ru