

## ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩУЮ И ЖИРОУДЕРЖИВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТИ ТЫКВЕННОЙ МУКИ

М.Б.ИКРАМИ\* , М.Б.ШАРИПОВА  · Х.Ф. АБДУЛЛОЕВА 

(Технологического университета Таджикистана, 734061, Республика Таджикистан,  
г. Душанбе, ул. Н.Карабаева, 63/3)

Электронная почта автора корреспондента: darina.ikrami@mail.ru\*

*Исследование направлено на изучение влияния различных факторов на водоудерживающие и жиродерживающие свойства тыквенной муки. Мука, полученная из тыквы, широко используется в пищевой промышленности и здоровом питании благодаря своим уникальным свойствам. В работе рассматривается влияние содержания влаги, температуры, времени обработки и других факторов на способность муки удерживать воду и жиры. Методы испытаний включают анализ водоудерживающей способности методом центрифугирования и измерение жиродерживающих свойств с использованием спектрофотометрии. Полученные результаты позволят лучше понять и оптимизировать процесс производства тыквенной муки с учетом ее функциональных характеристик для применения в пищевой промышленности и создания здоровых пищевых продуктов. В статье рассмотрены результаты исследования функционально-технологических свойств – водоудерживающей и жиродерживающей способности муки из семян тыквы сорта «Ироди», выращиваемой в Таджикистане. Установлено, что данные показатели для тыквенной муки выше, чем таковые для пшеничной муки, что связано химическим составом исследуемых видов муки. Выявлена зависимость водоудерживающей и жиродерживающей способности тыквенной и пшеничной муки от температуры и способа обработки. Определены оптимальные значения данных показателей.*

**Ключевые слова:** тыквенная мука, пшеничная мука, функционально-технологические свойства, водоудерживающая способность, жиродерживающая способность.

## АСҚАБАҚ ҰНЫНЫҢ СУДЫ ЖӘНЕ МАЙДЫ СІҢІРУ ҚАБІЛЕТІНЕ КЕЙБІР ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ

М.Б.ИКРАМИ\*, М.Б.ШАРИПОВА Х.Ф. АБДУЛЛОЕВА

(Тәжікстан технологиялық университеті, Тәжікстан Республикасы, 734061,  
Душанбе қаласы, Н.Карабаева көшесі, 63/3)

Автор –корреспонденттің электрондық поштасы: darina.ikrami@mail.ru\*

*Зерттеу асқабақ ұнының суды және майды ұстайтын қасиеттеріне әртүрлі факторлардың әсерін зерттеуге бағытталған. Асқабақтан алынған ұн өзінің ерекше қасиеттеріне байланысты Тағам өнеркәсібінде және дұрыс тамақтануда кеңінен қолданылады. Жұмыста ылғалдың, температураның, өңдеу уақытының және басқа факторлардың ұнның су мен майларды ұстау қабілетіне әсері қарастырылады. Сынақ әдістеріне центрифугалау әдісімен суды ұстау қабілетін талдау және спектрофотометрияны қолдану арқылы май ұстау қасиеттерін өлшеу кіреді. Алынған нәтижелер асқабақ ұнын өндіру процесін оның функционалдық сипаттамаларын ескере отырып, тамақ өнеркәсібінде қолдану және пайдалы тамақ өнімдерін жасау үшін жақсы түсінуге және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Мақалада Тәжікстанда өсірілген "Ироди" сортының асқабақ тұқымынан алынған ұнның су және май сіңіру қабілеті-функционалдық – технологиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері қарастырылған. Асқабақ ұнының бұл көрсеткіштері зерттелетін ұн түрлерінің химиялық құрамына байланысты бидай ұнына қарағанда жоғары екендігі анықталды. Асқабақ пен бидай ұнының суды және майды ұстау қабілетінің температураға және өңдеу әдісіне тәуелділігі анықталды. Осы көрсеткіштердің оңтайлы мәндері анықталды.*

**Негізгі сөздер:** асқабақ ұны, бидай ұны, функционалдық және технологиялық қасиеттері, суды сақтау қабілеті, май ұстау қабілеті.

## THE INFLUENCE OF SOME FACTORS ON THE WATER-RETAINING AND FAT-RETAINING ABILITIES OF PUMPKIN

IKRAMI M. B\*, SHARIPOVA M.B., ABDULLOEVA KH.F.

(Department of Chemistry Technological University of Tajikistan  
734061, Republic of Tajikistan, Dushanbe, st.N. Karabaev, 63/3)  
Corresponding author: E-mail: darina.ikrami@mail.ru\*

*The study is aimed at studying the influence of various factors on the water-retaining and fat-retaining properties of pumpkin flour. Pumpkin flour is widely used in the food industry and healthy nutrition due to its unique properties. The study examines the effect of moisture content, temperature, processing time, and other factors on the ability of flour to retain water and fats. Test methods include analysis of water retention capacity by centrifugation and measurement of fat retention properties using spectrophotometry. The results obtained will allow us to better understand and optimize the production process of pumpkin flour, taking into account its functional characteristics for use in the food industry and the creation of healthy food products. The article reviews the results of the study of functional and technological properties of a flour made of Irodi squash grown in Tajikistan, in particular, its water-holding and fat-holding properties. It is established that these properties are higher for squash than for wheat flour, which is related to differences in chemical properties. The study has revealed a dependency of water-holding and fat-holding properties of squash and wheat flour on temperature and type of treatment. Optimal values of these properties have been identified.*

**Keywords:** squash flour, wheat flour, functional and technological properties, water-holding properties, fat-holding properties.

### *Введение*

В настоящее время в как в развитых, так и в развивающихся странах питание населения не отвечает нормам здорового образа жизни, что вызвано многими причинами, в числе которых развитие пищевой промышленности, ориентированной на использование сверхочищенных сырьевых ингредиентов, большого количества пищевых и технологических добавок – красителей, ароматизаторов, консервантов и др., а также установившаяся структура питания, основанная на употреблении калорийных продуктов, содержащих повышенные количества углеводов и жиров и обедненных многими необходимыми нутриентами – белками, пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами. В связи с этим первостепенной задачей пищевой промышленности является преодоление сложившейся ситуации. Одним из решений данной проблемы является производство функциональных продуктов питания, обладающих выраженным оздоровительным эффектом для человека и предназначенных для ежедневного систематического применения [1,2]. Интерес к функциональным продуктам возрастает с каждым годом и это вполне понятно, так как данные пищевые продукты не дань сиюминутному увлечению, а необходимость, обусловленная распространением болезней, связанных именно с характером питания. Функциональность пищевым продуктам чаще всего придает обогащение традиционного про-

дукта функциональными ингредиентами, содержащими необходимые пищевые вещества. Источником этих веществ может быть нетрадиционное для данного производства сырье.

В качестве перспективного источника функциональных веществ ученые и специалисты пищевой отрасли рассматривают тыкву и продукты ее переработки [3-5].

### *Материалы и методы исследования*

Объектом исследования были выбраны семена тыквы местного сорта «Ироди», а также рецептура и технология национальной таджикской халвы с использованием данной муки. Сырьем для приготовления муки послужили семена тыквы местного сорта «Ироди», выращенной в Файзабадском районе Республики Таджикистана в 2021 году.

Содержание основных пищевых веществ и физико-химические показатели сырья и готовой продукции определяли по методикам, приведенным в литературных источниках и ГОСТах:

- белка колориметрическим и рефрактометрическим методами, крахмала – поляриметрическим методом, клетчатки – гравиметрическим методом по Кюршнеру и Ганеку, влажность и зольность – также гравиметрическим методом [6]. Кислотность исследуемого объекта определялась методом кислотно-основного титрования, содержание жиров – рефрактометрическим и гравиметрическим

методом [7]. Органолептические показатели готовой халвы определяли по ГОСТ [7].

### **Результаты и их обсуждение**

Ранее нами был исследован химический состав семян тыквы сорта «Ироди», выращиваемой в Таджикистане. Целью наших

исследований было использование муки из семян тыквы в технологии мучных кондитерских изделий. В муке из семян тыквы было определено содержание белков, углеводов, минеральных веществ, жиров. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав семян тыквы сорта «Ироди»

Белки			Крахмал	Клетчатка	Зольность	Жиры
Общее кол-во	Растворимые	Нерастворимые				
30,8	20,8	10,00	8,1	15,4	3,9	38,8

Установленный химический состав доказывает, что мука из семян тыквы сорта «Ироди» обладает свойствами функционального ингредиента. Так, содержание крахмала и клетчатки соответственно составляет 8,1 и 15,4%. Клетчатка, относящаяся к нерастворимым пищевым волокнам, является неотъемлемым компонентом пищи, предназначенным для нормального функционирования органов пищеварения и профилактики многих болезней желудочно-кишечного тракта, а также очищения организма от токсикантов. По данным специалистов-диетологов, суммарное потребление пищевых волокон в сутки должно составлять 30-35 г, из них нерастворимых – 25-30 г [8]. По этому показателю мука из семян тыквы может считаться функциональным сырьем. Содержание минеральных веществ в муке из семян тыквы по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта больше на 2,32%. Внесение тыквенной муки взамен пшеничной в рецептуру мучных кондитерских изделий позволит обогатить изделия минеральными веществами, что придаст функциональную направленность продуктам. Мука из тыквенных семян по сравнению с пшеничной мукой содержит также больше белков. Если в пшеничной муке высшего сорта содержится 9,7% белков, то в тыквенной – 30,8%, причем большую часть (20,8%) составляют растворимые белки. По данному показателю тыквенная мука также может быть отнесена к функциональным ингредиентам. Положительным свойством тыквенной муки, обуславливающей целесообразность ее применения в технологии кондитерских продуктов, является практически отсутствие клейковины. Это свойство имеет значение в технологии мучных кондитерских изделий, так как для их производства применяется мука с содержанием 28-30% слабой клейковины.

Замечательным свойством тыквенной муки является содержание 38,8% масла, в состав которого входит до 40% линолевой кислоты. Кроме линолевой кислоты в состав тыквенного масла входит линоленовая кислота, хотя и в меньшем количестве [9]. Повышенное содержание масла позволит не только обогатить готовое изделие полиненасыщенными жирами, но также уменьшить количество твердого насыщенного жира – сливочного масла или маргарина, применяемых в технологии мучных кондитерских изделий. Таким образом, тыквенное масло и его жирнокислотный состав – это еще одна причина считать тыквенную муку функциональным ингредиентом в технологии пищевых продуктов, в том числе мучных кондитерских изделий.

Однако для рационального использования новых видов сырья, определения областей их применения необходимо также исследовать их функционально-технологические свойства, определяющие поведение данного сырья в процессе технологической обработки и хранения готового продукта [10]. Функционально-технологические свойства сырья важны и значимы в производстве многих пищевых продуктов. Они влияют на органолептические и структурно-механические свойства, на выход продукции, на снижение калорийности продукта, характеризуют способность сырья загущать системы в процессе технологической обработки.

В технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий немаловажное значение имеют водоудерживающая и жирудерживающая способности сырья.

В связи с этим, нами были определены такие функционально-технологические свойства муки из семян тыквы сорта «Ироди», как водоудерживающая и жиросвязывающая способности. Водоудерживающая (водосвязывающая) способность характеризует свойства сырья (продукта) абсорбировать и прочно

связывать свободную влагу в процессе технологической обработки пищевого продукта за счет присутствия гидрофильных групп.

Жиросдерживающая способность определяется свойством сырья адсорбировать жир за счет гидрофобных соединений в составе сырья. В хлебулочной и кондитерской

отраслях высокая водо- и жиросвязывающая способность сырья замедляют черствение и продлевают срок годности продукта [11].

Результаты определения водоудерживающей и жиросвязывающей способности муки из семян тыквы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Функционально-технологические свойства муки из семян тыквы

Сырье	ВУС,%	ЖУС,%
Мука из тыквенных семян	116,18	114,28
Пшеничная мука	85,43	81,96

Традиционный основной сырьевой компонент мучных кондитерских изделий – пшеничная мука высшего сорта, имеет невысокую водоудерживающую способность и набухаемость. Несколько большее значение данного показателя имеет пшеничная мука первого сорта, что обусловлено большим содержанием пищевых волокон в муке при увеличении ее выхода. Результаты определения водосвязывающей способности муки из семян тыквы показали, что тыквенная мука обладает

более высокой водоудерживающей способностью, чем пшеничная мука. Водоудерживающая способность тыквенной муки на 36,8% или в 1,5 раза выше, чем у пшеничной муки. Очевидно, это связано с большим содержанием в составе муки из семян тыквы белков и пищевых волокон. На водоудерживающую и жиросвязывающую способность помимо количественного содержания влияет также состав указанных ингредиентов, соотношение кислых и основных аминокислот в белках, число и расположение гидрофильных и гидрофобных участков на поверхности макромолекул. Известно, что водоудерживающая способность растворимых белков больше, чем нерастворимых, а такими является большая часть белков тыквенной муки. В литературных источниках также указывается, что адсорбирующая способность нерастворимых пищевых волокон, к которым относится клетчатка, выше, чем растворимых, таких как пектины, гемицеллюлоза, пентозаны и др. [12].

Тыквенная мука обладает также более высокой жиросвязывающей способностью, чем пшеничная мука. Этот показатель для тыквенной муки на 14,12% или в 1,15 раза больше, чем для пшеничной муки. Жиросвязывающая способность тыквенной муки также обусловлена большим содержанием белков и углеводов, в том числе крахмала и, в основном,

пищевых волокон, которые обладают не только гидрофильностью за счет гидроксидных групп, но и гидрофобным участками молекулы, адсорбирующими и связывающими жир. В связи с этим, внесение муки из семян тыквы в рецептуры мучных кондитерских продуктов, потребительские качества которых во многом зависят от способности связывать жир и воду, является целесообразным.

Технология производства мучных кондитерских продуктов предполагает нагревание и выдерживание смеси при заданной высокой температуре. Имеют значение также такие факторы, как соотношение различных видов сырья, например, соотношение муки и воды (жира), а также время и способ обработки.

Установление зависимости функционально-технологических свойств сырья от указанных факторов необходимо для установления оптимальных технологических режимов производства готового продукта.

С целью определения влияния температуры на функционально-технологические свойства тыквенной муки и сравнения их со свойствами пшеничной муки определяли их водо- и жиросвязывающую способность при температурах от 20 до 100<sup>0</sup>С с шагом в 20<sup>0</sup>. Исследовалось также влияние способа обработки тыквенной муки водой и жиром. По одному из способов, названных в литературе «запаривание» [13], образцы муки обрабатывались водой (жиром), нагретой до необходимой температуры. По второму способу водную (жировую) суспензию муки нагревали до требуемой температуры постепенно. Данный способ назван авторами [13] нагреванием.

Зависимость водоудерживающей способности тыквенной и пшеничной муки от температуры и способа обработки представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние температуры и способа обработки на водосвязывающие свойства тыквенной и пшеничной муки

Способ обработки	Температура, °C				
	20	40	60	80	100
Тыквенная мука					
Заваривание	114,9 %	105,7%	104,95%	116,16%	108,23%
Нагревание	114,19%	149,01%	137,22%	186,5%	
Пшеничная мука					
Заваривание	77,37%	69,68%	67,94%	211,96%	127,26%
Нагревание	77,37%	151,42%	282,47%	288,34%	

Проведенным экспериментами установлено, что водоудерживающая способность тыквенной и пшеничной муки зависит как от температуры, так и от способа обработки. Водоудерживающая способность тыквенной муки при втором способе обработки, то есть при «нагревании» выше, чем при «заваривании» муки нагретой водой. Однако характер зависимости данного показателя от температуры различен для исследованных видов муки и связан со способом обработки сырья водой. Более наглядно это различие видно на рисунке 1. Как видно из

представленного рисунка, водоудерживающая способность тыквенной муки при обработке нагретой водой (заваривание) незначительно понижается при повышении температуры от 40 до 60°C, затем при повышении температуры до 80°C увеличивается и составляет 115%, затем при 100°C вновь понижается до прежнего значения. При «нагревании» водоудерживающая способность тыквенной муки повышается при 40°C, затем при 60°C – понижается и вновь увеличивается, достигая при 80°C максимального значения.

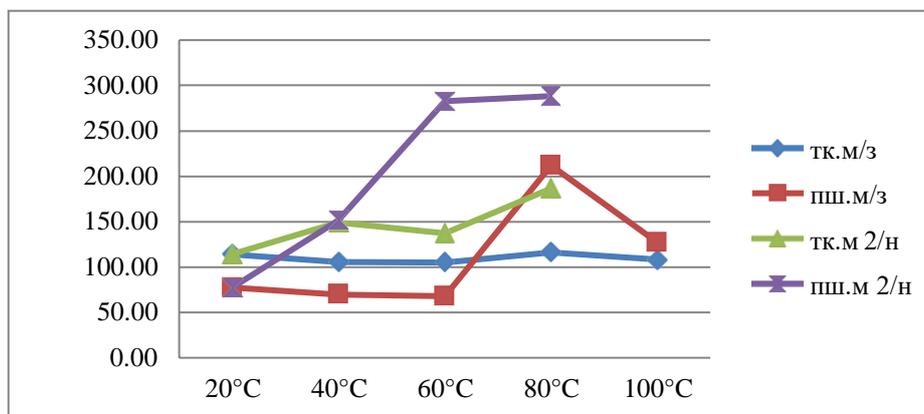


Рисунок 1. Зависимость водоудерживающей способности тыквенной и пшеничной муки от температуры и способа обработки

Как при заваривании, так и при нагревании наибольшая водоудерживающая способность проявляется при 80°C. Такое изменение водоудерживающей способности, вероятно, связано с физико-химическими изменениями белков и углеводов, которые обеспечивают данный функционально-технологический показатель [14].

При нагревании тыквенной муки, содержащей более 30% белков, большая часть которых являются растворимыми, при постепенном увеличении температуры до 40°C происходит набухание белков и переход их в раствор, а также их гидратация. При этом

свернутые молекулы белков разворачиваются, появляется возможность прочного связывания адсорбированных молекул воды. За счет этих процессов и возрастает увеличение водоудерживающей способности тыквенной муки. Уменьшение данного показателя при дальнейшем повышении температуры до 60°C вероятнее всего связано с денатурацией белков, которая у большинства белков наступает при 50-60°. При денатурации молекулы белка изменяют конфигурацию и разворачиваются таким образом, что на их поверхности появляется большое количество ранее скрытых

конформацией белка радикалов или функциональных групп [15]. Если за счет гидрофильных групп – карбоксильных, гидроксидных и аминогрупп, размещенных на поверхности, белковые молекулы способны связывать значительное количество воды, то при увеличении на поверхности молекулы гидрофобных групп уменьшается сродство к воде и водоудерживающая способность уменьшается. Температура денатурации индивидуальная для каждого белка, но в среднем она лежит в диапазоне от 40-до 65<sup>0</sup>С. Видимо, при нагревании денатурация белков тыквенной муки приводит к освобождению гидрофильных групп и появлению их на поверхности молекулы, что наряду с набуханием, переходом их в раствор, а также гидратацией белков, становится причиной увеличения водоудерживающей способности тыквенной муки. Последующее повышение температуры увеличивает число гидрофобных групп, вследствие чего данный функционально-технологический показатель понижается.

Изменение водоудерживающей способности тыквенной муки связано также, на наш взгляд, с взаимодействием частично денатурированных молекул белка с таким важным компонентом тыквенной муки, как липиды. Взаимодействие белков и липидов заключается в образовании связей между освободившимися в результате денатурации функциональными группами молекулы белка и свободными карбоксильными группами жирных кислот. Образовавшиеся комплексы белков с жирными кислотами липидов стабилизируют белки и замедляют процесс денатурации. Это взаимодействие становится более возможным под влиянием повышения температуры. В результате этого полипептидные цепи молекулы белка находятся среди полярных групп липидов, ориентированные таким образом, что гидрофильные участки ориентированы к молекулам воды, а гидрофобные - к жиру. Таким образом, влияние температуры на водосвязывающую способность тыквенной муки зависит от указанных физико-химических процессов, для которых оптимальным является температура 80<sup>0</sup>С. В повышении водоудерживающей способности воды при 80<sup>0</sup>С не меньшее значение имеют изменения полисахаридов. Как известно, именно при этой температуре начинается клейстеризация крахмала. Этот процесс происходит именно при

температуре 75-80<sup>0</sup>С и сопровождается увеличением гидрофильности крахмала.

И хотя содержание крахмала в тыквенной муке составляет всего 8,1%, тем не менее, влиянием указанного процесса на водоудерживающую способность нельзя пренебрегать. Но более значительный вклад в увеличении водоудерживающей способности тыквенной муки вносит такой полисахарид, как клетчатка, содержание которой почти в два раза больше по сравнению с крахмалом. Клетчатка обладает большим количеством гидроксильных групп и развитой системой субмикроскопических капилляров, что определяет ее способность поглощать и удерживать воду. При повышении температуры увеличивается набухаемость клетчатки, что ведет к увеличению водоудерживающей способности тыквенной муки.

При «заваривании», когда мука обрабатывается уже нагретой водой, превалирующим процессом становится денатурация белков, а не их набухание и растворение. В связи с этим, водоудерживающая способность изменяется очень незначительно, практически не меняется. Причиной повышения указанного свойства тыквенной муки при 80<sup>0</sup>С, возможно, является клейстеризация крахмала. Это косвенно подтверждается тем, что повышение в водоудерживающей способности тыквенной муки коррелирует с небольшим содержанием крахмала, которое в тыквенной муке составляет всего 8,1%.

Для пшеничной муки изменение водоудерживающей способности в зависимости от способа обработки и температуры значительно отличается по сравнению с мукой из семян тыквы. При «нагревании» водоудерживающая способность пшеничной муки с ростом температуры от 20 до 60<sup>0</sup>С резко увеличивается и по достижении температуры нагрева 60<sup>0</sup>С продолжает увеличиваться, однако гораздо медленнее. При «заваривании» водоудерживающая способность пшеничной муки в интервале температур 20-60<sup>0</sup>С практически не изменяется. Затем резко возрастает при 80<sup>0</sup>С, после чего вновь уменьшается.

Исследуемые функционально-технологические свойства пшеничной муки обуславливаются прежде всего углеводами, в основном крахмалом, содержание которого в пшеничной муке составляет до 76-80%. При технологических операциях, связанных с термическим воздействием, крахмал проявляет способность

к адсорбции влаги, набуханию и клейстеризации, в нем могут протекать процессы деструкции и агрегации молекул. Водоудерживающая способность связана с процессом набухания молекул крахмала, которые при набухании поглощают большое количество воды. Этот процесс увеличивается при повышении температуры.

Одновременно происходит раскрытие спиралевидной макромолекулы крахмала, в результате чего образуются довольно прочные химические связи между молекулой воды и гидроксидными группам крахмала. При дальнейшем нагревании суспензии (в интервале температур 60... 100 °С) набухание крахмаль-

ных зерен ускоряется, причем объем их увеличивается в несколько раз.

Тыквенная и пшеничная мука различаются и по жиродерживающей способности и зависимости этого показателя от температуры и способа обработки, что показывают данные, представленные в таблице 4 и на рисунке 2. Согласно полученным результатам, жиродерживающая способность пшеничной муки как при заваривании, так и при нагревании ниже, чем у тыквенной муки.

При повышении температуры при заваривании жиродерживающая способность тыквенной муки понижается, достигая при 60°С 80,29%, затем постепенно повышается и при 100°С составляет 104,70%.

Таблица 4 – Влияние температуры и способа обработки на жиросвязывающие свойства тыквенной и пшеничной муки

Способ обработки	Температура, °С				
	20	40	60	80	100
Тыквенная мука					
Заваривание	113,42 %	97,90%	80,29%	96,96%	104,70%
Нагревание	113,42%	104,75%%	98,27%%	107,27%	
Пшеничная мука					
Заваривание	99,33%	66,80%	59,18%	69,43%	68,76%
Нагревание	99,33%	88,88%	131,28%	86,98%	

При втором способе обработки (нагревании) жиродерживающая способность тыквенной муки хотя и имеет большие значения, чем при заваривании, но зависимость от температуры

такая же, как и в первом способе. Наименьшее значение жиродерживающей способности также проявляется при 60°С.

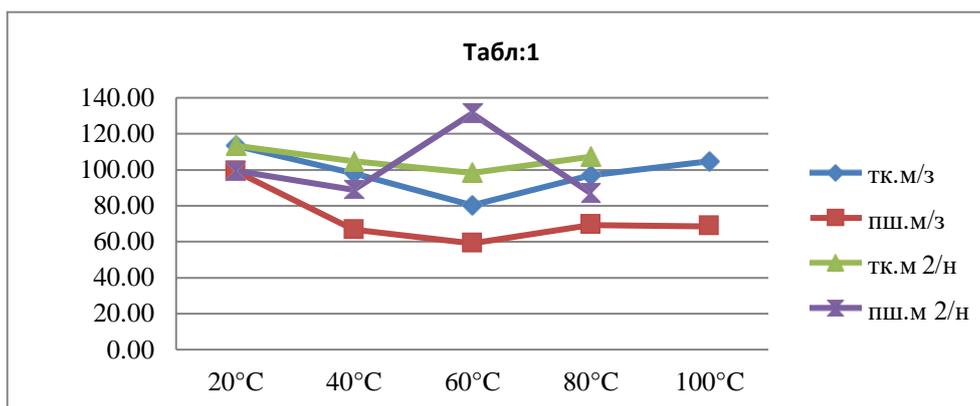


Рисунок 2. Зависимость жиродерживающей способности тыквенной и пшеничной муки от температуры и способа обработки

Снижение жиродерживающей способности при повышении температуры возможно объясняется началом необратимой денатурации белков тыквенной муки, которая усиливается при повышении температуры. При дальнейшем повышении температуры на этот

показатель влияют уже физико-химические и биохимические процессы, происходящие с крахмалом и целлюлозой. Жиродерживающая способность крахмала и клетчатки обуславливается их взаимодействием с жирами с образованием гликолипидов, а также адсорб-

цией молекул жира поверхностью полисахаридов. Как отмечалось выше, при повышении температуры происходит развертывание спиралевидной макромолекулы полисахаридов. При этом на гидрофобных участках молекулы полисахарида становятся более доступными для взаимодействия с молекулами жира. Кроме того, повышение жиродерживающей способности как тыквенной муки, так и пшеничной можно объяснить наличием субмикроскопических капилляров, имеющих в клетчатке [13] Всосыванием большого количества жира в них также обеспечивается увеличение жиродерживающей способности при повышении температуры.

Кривая зависимости жиродерживающей способности пшеничной муки от температуры при заваривании подобна кривым данной зависимости для тыквенной муки. Из чего следует, что проявление указанной зависимости связано с теми же процессами, что и для тыквенной муки. При нагревании до 40<sup>0</sup>С жиродерживающая способность пшеничной муки сначала понижается, затем резко возрастает при достижении температуры 60<sup>0</sup>С, затем вновь понижается. По-видимому, первоначальное снижение жиродерживающей способности связано с денатурацией альбуминов и глобулинов - водорастворимых белков пшеничной муки, вследствие чего снижается набухаемость и гидратация белков. При дальнейшем повышении температуры увеличивается степень набухаемости и гидратации крахмала, и, как следствие, повышается жиродерживающая способность пшеничной муки.

#### **Заключение, выводы**

Исходя из полученных результатов, можно считать целесообразным замену части пшеничной муки мукой из семян тыквы при приготовлении мучных кондитерских изделий, свойства которых зависят от таких функционально-технологических свойств используемого сырья, как водоудерживающая и жиродерживающая способности. Смешивание рецептурных компонентов желательно проводить при комнатной температуре или при 80<sup>0</sup>С. При данной температуре проявляется наибольшая водоудерживающая и жиродерживающая способности. Обработку сырья желательно проводить методом нагревания. Кроме того, необходимо отметить, что исследованные показатели сравнительно устойчивы при повышенных температурах.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Захарова М.И. Анализ ассортимента функциональных продуктов питания. //Вестник ИрГТУ.-2013.- №10 (81). -С.293-299.
2. Сокол, Н.В. Как сделать простой продукт функциональным/Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, О.П. Гайдуктова//Научный журнал КубГАУ. – 2007. – № 31 (7). – С. 21–33.
3. Миронов М.И., Кудрина А.Н. Применение растительного сырья в технологии мучных кондитерских изделий. //Инновационная техника и технология, 2017.- № 4.- С.36-37.
4. Москвина Н. А. Разработка технологии мусса творожного повышенной пищевой ценности т метода идентификации плодов CUCURBITA PEPO L. в продуктах функционального назначения: дисс. канд. техн.н., Кемерово 2019.- 169 с.
5. Вершинина О.Л., Милованова Е.С., Кучерявенко И.М. Использование шрота из семян тыквы в хлебопечении // Техника и технология пищевых производств. - 2009. - № 1. - С. 18-20.
6. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище.—М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.—240 с.
7. Данина М.М., Сергачева Е.С., Соболева Е.В. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов, готовых хлебобулочных и кондитерских изделий. Лабораторные работы: Учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. -57 с.
8. Шешницан И.Н. Разработка рецептур хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функционального назначения. дисс. канд. дисс. техн. наук, Пенза, 2019.-175 с.
9. Васильева А.Г., Круглова И.А. Химический состав и потенциальная биологическая ценность семян тыквы различных сортов // Известия вузов. Пищевая технология, 2007.-№ 5-6.-С. 30-33.
10. Рензьева Т.В., Тубольцева А.С., Понкратова Е.К., Луговая А.В., Казанцева А.В. Функционально-технологические свойства порошкообразного сырья и пищевых добавок в производстве кондитерских изделий. //Техника и технология пищевых производств, 2014.-№ 4.- С.43-49.
11. Фролова А.Е., Щетинин М.П. Функционально-технологические свойства подсолнечной муки.// Хранение и переработка сельхозсырья (ХИП) №4 – 2020.- С.104-113.
12. Щетинин М. П., Фролова А.Е. Изучение функционально-технологических свойств сырья растительного и животного происхождения при разработке рецептур кондитерских изделий. // Ползуновский вестник, 2013.-№ 4-4.-С.156-160.
- 13.Тарасенко Н.А., Баранова З.А., Быкова Н.С., Третьякова Н.Р. Использование пищевых волокон в функциональных кондитерских изделиях. // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11-1. – С. 86-90;
14. Janssen F, Wouters AGB, Linclau L, Waelkens E, Derua R, Dehairs J, Moldenaers P,

Vermant J, Delcour JA. The role of lipids in determining the air-water interfacial properties of wheat, rye, and oat dough liquor constituents. *Food Chem.* 2020 Jul 30;319:126565. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126565. Epub 2020 Mar 5. PMID: 32169767.

15. Gumus CE, Decker EA. Oxidation in Low Moisture Foods as a Function of Surface Lipids and Fat Content. *Foods.* 2021 Apr 15;10(4):860. doi: 10.3390/foods10040860. PMID: 33920870; PMCID: PMC8071306.

#### REFERENCES

1. M.I. Zaharova. Analiz assortimenta funkcional'nyh produktov pitaniya [Analyzing the assortment of functional foods]. *Vestnik IrGTU*, 2013, №10 (81), s.293-299

2. Sokol, N.V. Kak sdelat' prostoy produkt funkcional'nym [How to make a simple product functional]/N.V. Sokol, N.S. Hramova, O.P. Gajduktova//*Nauchnyj zhurnal KubGAU.* – 2007. – № 31 (7). – S. 21–33.

3. Mironov M.I., Kudrina A.N. Primenenie rastitel'nogo syr'ya v tekhnologii muchnyh konditerskih izdelij [Application of vegetable raw materials in the technology of flour confectionery products.]. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*, 2017, № 4, s.36-37

4. Moskvina N. A. Razrabotka tekhnologii mussa tvorozhnogo povyshennoj pishchevoj cennosti t metoda identifikatsii plodov CUCURBITA PEPO L. v produktah funkcional'nogo naznacheniya [Development of cottage cheese mousse technology of increased nutritional value t method of identification of CUCURBITA PEPO L. fruits in products of functional purpose.].// *Diss. kand. tekhn.n.*, Kemerovo 2019, 169 s.

5. Vershinina O.L., Milovanova E.S., Kucheryavenko I.M. Ispol'zovanie shrota iz semyan tykvy v hlebopechenii [Use of pumpkin seed meal in baking]// *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv.* - 2009. - № 1. - S. 18-20.

6. Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti biologicheski aktivnykh dobavok k pishche [Guidance on methods of quality control and safety of biologically active food supplements].—M.: Federal'nyy tsentr gossanehpri nadzora Minzdrava Rossii, 2004.—240 s.

7. Danina M.M., Sergacheva E.S., Soboleva E.V. Metody issledovaniya svoystv syr'ya, polufabrikatov, gotovykh khlebobulochnykh i konditerskih izdeliy [Methods of research of properties of raw materials, semi-finished products, finished bakery and confectionery products]. *Laboratornye raboty: Ucheb.-metod. posobie.* SPb.: NIU ITMO; IKhiBT, 2013. 57 s.

8. Sheshnican I.N. Razrabotka receptur hlebobulochnykh i muchnykh konditerskih izdelij funkcional'nogo naznacheniya [Development of recipes of bakery and flour confectionery products of functional purpose].// *Diss. kand.diss.tekhn.nauk*, Penza, 2019, 175 s.

9. Vasil'eva A.G., Kruglova I.A. Himicheskij sostav i potencial'naya biologicheskaya cennost' semyan tykvy razlichnykh sortov [Chemical composition and potential biological value of pumpkin seeds of different varieties]// *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya.* 2007. № 5-6. S. 30-33.

10. Renzyaeva T.V., Tubol'ceva A.S., Ponkratova E.K., Lugovaya A.V., Kazanceva A.V. Funkcional'no-tekhnologicheskie svoystva poroshkoobraznogo syr'ya i pishchevyh dobavok v proizvodstve konditerskih izdelij [Functional and technological properties of powdered raw materials and food additives in confectionery production]. // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv.* 2014. № 4 s.43-49

11. Frolova A.E., Shchetinin M.P. Funkcional'no-tekhnologicheskie svoystva podsolnechnoj muki [Functional and technological properties of sunflower flour].// *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya (HIP) №4* – 2020, s.104-113UDK: 664.149

12. Shchetinin M. P., Frolova A.E. Izuchenie funkcional'no-tekhnologicheskikh svoystv syr'ya rastitel'nogo i zhivotnogo proiskhozhdeniya pri razrabotke receptur konditerskih izdelij [Study of functional and technological properties of raw materials of vegetable and animal origin in the development of recipes for confectionery products]. // *Polzunovskij vestnik*, 2013, № 4-4, s.156-160

13. Tarasenko N.A., Baranova Z.A., Bykova N.S., Tret'yakova N.R. Ispol'zovanie pishchevyh volokon v funkcional'nykh konditerskih izdeliyah [Use of dietary fiber in functional confectionery products.]. // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya.* – 2016. – № 11-1. – S. 86-90.

14. Janssen F, Wouters AGB, Linclau L, Waelkens E, Derua R, Dehairs J, Moldenaers P, Vermant J, Delcour JA. The role of lipids in determining the air-water interfacial properties of wheat, rye, and oat dough liquor constituents. *Food Chem.* 2020 Jul 30;319:126565. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126565. Epub 2020 Mar 5. PMID: 32169767.

15. Gumus CE, Decker EA. Oxidation in Low Moisture Foods as a Function of Surface Lipids and Fat Content. *Foods.* 2021 Apr 15;10(4):860. doi: 10.3390/foods10040860. PMID: 33920870; PMCID: PMC8071306.