

## ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА КЕКСОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С БЕЗГЛЮТЕНОВЫМИ ВИДАМИ МУКИ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Коркач А.В., канд. техн. наук, доцент, Величко Т.А., канд. техн. наук, доцент,  
Евдокимова Г.И., канд. техн. наук, доцент, Вовк М., магистрант  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

*В работе рассмотрена концепция функционального питания, исследованы возможности расширения ассортимента кексов функционального назначения на основе рисовой и кукурузной муки, и проанализировано качество готовых изделий в процессе хранения.*

*The paper considers the concept of functional foods, studied the possibility of expanding the range of cakes functionality based on rice and corn flour, and analyzed the quality of finished products during storage.*

Ключевые слова: функциональное питание, мучные кондитерские изделия, тесто, кексы, рисовая мука, кукурузная мука, качество изделий, микробиологические показатели, срок хранения.

Одним из основных условий жизнедеятельности организма человека является питание. От организации питания зависит здоровье человека, его работоспособность и продолжительность жизни.

Проблема полноценной и здоровой пищи всегда была одной из самых важных для человечества. В условиях сложной экологической и социально-экономической ситуации качество питания ухудшается, в связи с чем приобретают актуальность разработка и внедрение в производство функциональных пищевых продуктов, которые содержат ингредиенты, повышающие сопротивляемость заболеваниям, способные регулировать физиологические процессы в организме человека, позволяя ему долгое время сохранять активный образ жизни. В мировом масштабе идет постоянная работа по созданию новых продуктов функционального питания, обладающих как широким спектром использования, так и узкой направленностью на конкретный орган, систему, заболевание.

В последнее десятилетие изменилось восприятие и отношение потребителей к представлению о ежедневном питании и его значению. Кроме аспектов безопасности, потребитель все больше интересуется влиянием различных пищевых продуктов на его здоровье.

В связи с этим, в последние годы в науке о питании получило развитие новое направление — так называемое функциональное питание, интенсивно развивающееся во многих странах. Термин функциональное питание предполагает использование в пищу продуктов с выраженным благотворным воздействием на организм.

В «Научной концепции функциональных продуктов питания в Европе» представлено обобщенное мнение европейских специалистов по проблеме функционального питания, где подчеркнута, что у пищевой индустрии появилась уникальная возможность улучшить здоровье населения за счет организации производства и вывода на рынок новой категории пищевых продуктов — продуктов функционального питания, обладающих не только питательной в традиционном смысле слова ценностью, но и способностью улучшать физиологическое и психологическое состояние организма и/или снижать риск возникновения заболеваний [1].

Проблемы обеспечения населения качественными и безопасными продуктами питания очень актуальны и носят государственный характер. В последние годы все актуальней становятся проблемы, связанные с производством пищи, которые породила современная цивилизация. Повышенное содержание холестерина в крови, ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, нарушение жирового обмена веществ, гипертония, кариес, диабет, запоры, повышенное содержание мочевой кислоты в крови или подагра — вот неполный перечень так называемых «болезней цивилизации», вызванных неправильным питанием. Но наряду с известными болезнями в последние годы диагностировано такое заболевание, как целиакия.

Целиакия — это состояние, при котором присутствует хроническая реакция к конкретным протеиновым цепочкам, часто называемым глютенем, который присутствует в части зерновых культур. Эта реакция приводит к поражению ворсинок в тонком кишечнике, в результате чего возникает синдром пониженного всасывания питательных веществ. При длительном течении данного заболевания начинаются тяжелые нарушения в состоянии здоровья: язвы кишечника, герпетический дерматит, остеопороз, муковисцидоз, заболевания центральной и периферийной нервной системы, заболевания поджелудочной железы, бесплодие и гинекологические заболевания. В лечении целиакии не существует медикаментов, фактически нет никаких средств, кроме здорового образа жизни и аглиадиновой (аглютеновой) диеты.

Это означает, что необходимо исключать любые продукты, содержащие пшеницу, рожь, ячмень, овес. Поэтому для питания больных целиакией очень важной проблемой является разработка безглютеновых изделий, в том числе и кондитерских.

Одним из путей расширения и улучшения ассортимента изделий для людей, больных целиакией, является разработка новых продуктов питания, которые в своем составе не содержат глютен.

Перспективным объектом для формирования ассортимента продуктов с функциональными свойствами является группа мучных кондитерских изделий, так как они являются ежедневным компонентом пищевого рациона за счет сложившихся традиций в структуре питания населения Украины.

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы явилась разработка новых видов кексов функционального назначения на основе аглютеновых видов муки (кукурузной, рисовой), а также исследование химических и микробиологических показателей качества и их изменение в зависимости от условий и сроков хранения.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- теоретически обосновать необходимость создания безглютеновых мучных кондитерских изделий (кексов);
- обосновать целесообразность использования рисовой и кукурузной муки в технологии кексов;
- разработать технологию получения кексов функционального назначения;
- исследовать физико-химические и микробиологические показатели готовых изделий и их изменение в процессе хранения;

Объектом исследований служили кексы на основе рисовой и кукурузной муки.

Кексы представляют собой мучные кондитерские изделия, приготовленные из сдобного теста с большим содержанием яйцепродуктов, сахара и жира, а также ценных во вкусовом отношении наполнителей — изюма, цукатов, орехов. Привлекательный вид создается благодаря разнообразной внешней отделке, форме и массе. Кексы в зависимости от способа приготовления и рецептур подразделяют на следующие группы:

- на дрожжах;
- на химических разрыхлителях;
- без химических разрыхлителей и дрожжей.

Нами был использован способ приготовления кексов на химических разрыхлителях. В качестве контрольного образца была взята рецептура кекса «Столичный» [2].

С целью расширения ассортимента и создания новых видов кексов функционального назначения на кафедре ТХКМИ и П Одесской национальной академии пищевых технологий проводятся исследования по разработке технологии кексов с использованием аглютеновых видов муки — кукурузной и рисовой.

Рис — ценная зерновая культура. Основной продукт питания для большей части населения нашей планеты и вторая по значению зерновая культура после пшеницы. Рисовая мука содержит много безазотистых экстрактивных веществ и ниацина, сравнительно мало белка. Липиды риса характеризуются высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот; токоферолы обладают повышенной витаминной активностью; углеводы риса представлены в основном крахмалом, который легко усваивается организмом человека. Но самое важное, что рисовая мука не содержит белок глютен, который даже для здоровых людей является пищевым раздражителем и источником таких нарушений, как расстройство пищеварения, метеоризм, изжога, запор, диарея [3].

Кукурузная мука — хорошее средство от малокровия, стимулирует желчевыделение и перистальтику кишечника, обладает дегидратическими (мочегонными) свойствами, способствует нормализации кровообращения и работы сердечно-сосудистой системы, замедлению процессов старения; выводит из организма жировые накопления, а наличие в ней микроэлементов кремния способствует повышению эластичности кровеносных сосудов и укреплению зубов.

Учитывая все вышеперечисленные достоинства исследуемых видов муки, нами были проведены исследования по замене в рецептуре кекса «Столичный» пшеничной муки на кукурузную и рисовую в различных соотношениях.

Таким образом, нами было получено и исследовано четыре образца кексов:

- 1 — контрольный (пшеничная мука);
- 2 — содержащий 50 % рисовой муки и 50 % кукурузной муки;
- 3 — содержащий 75 % рисовой муки и 25 % кукурузной муки;
- 4 — содержащий 25 % рисовой муки и 75 % кукурузной муки.

В ходе экспериментальных исследований было установлено, что замена пшеничной муки на безглютеновую в различном соотношении оказывает влияние на влажность, плотность, выход теста, вызывает изменение его адгезионных и пенетрационных свойств, а также на показатели качества готовых изделий и их изменение в процессе хранения.

Срок хранения кондитерских изделий — один из показателей их качества, который, в свою очередь зависит от качества использованного сырья, технологии, использованного оборудования, санитарного состояния производства, условий хранения и упаковки. Совокупность этих причин взаимосвязана и определенным образом влияет на срок хранения мучных кондитерских изделий.

Срок годности — период, в течение которого пищевой продукт остается безопасным, надежно сохраняет свои характеристики и соответствует приведенным на этикетке сведениям о пищевой ценности при хранении в рекомендованных условиях. При рассмотрении сроков хранения важно понимать, что пищевые продукты — это многокомпонентные, активные системы, в которых протекают разнообразные биохимические процессы, физико-химические и микробиологические изменения [4].

Основная проблема при хранении кексов — их черствение, а также из-за значительного содержания жира в своем составе они подвержены быстрой окислительной порче.

Исходя из вышеизложенного, нами проведены исследования по влиянию кукурузной и рисовой муки на динамику изменения влажности, окисления жиров, а также качественного и количественного состава микробиоты готовых изделий при хранении.

Изделия кексов массой 75 г хранили упакованными в полипропиленовую пленку и без упаковки, в помещении при температуре  $20 \pm 5$  °С и относительной влажности воздуха не более 75 % в течение 7 суток (срок хранения кекса «Столичный» 7 суток согласно ДСТУ 4505-2005).

Выпеченный кекс при хранении остывает, масса его уменьшается за счет усушки (испарение влаги с поверхности корки в окружающую среду) и черствения. Эти два процесса протекают самостоятельно, но в определенной зависимости друг от друга.

Изменение качества кекса при хранении (черствение и усыхание) — результат сложных физико-химических, коллоидных и биохимических процессов, протекающих в углеводах и белках.

Признаки черствения появляются примерно через 48-72 ч хранения изделия при температуре (15-25) °С. Мякиш теряет эластичность, становится жестким и крошащимся, ухудшаются вкус и аромат, свойственные свежее испеченному изделию. Черствение кекса вызвано в основном изменениями, происходящими в углеводах и белках при его хранении. Клейстеризованный в процессе выпечки крахмал с течением времени выделяет поглощенную им влагу и переходит в кристаллическое состояние. Крахмальные зерна при этом уплотняются и значительно уменьшаются в объеме, между ними образуются воздушные прослойки. Черствеющий мякиш становится крошковатым. Свободная влага, выделенная крахмалом, при черствении кекса впитывается белками и частично испаряется (усушка), а также остается в образовавшихся воздушных прослойках. Процесс черствения кекса можно представить как кристаллизацию биополимеров мякиша, чем и объясняются изменения его физико-химических и гидрофильных свойств.

Результаты исследований влияния аглютиновых видов муки на изменение влажности при хранении приведены в табл. 1

**Таблица 1 – Динамика изменения влажности кексов с различным содержанием рисовой и кукурузной муки в зависимости от условий и сроков хранения, (%)**

Срок хранения, сут	Номер образца			
	1	2	3	4
Без упаковки				
0	14,4	18,0	17,6	16,3
1	12,6	17,7	17,2	15,8
2	12,3	17,4	16,8	15,2
3	12,0	16,6	16,2	14,7
4	11,4	16,1	15,3	14,3
5	10,9	15,7	14,5	13,9
6	10,6	15,0	13,9	13,5
7	9,8	14,5	13,4	13,0
В полипропиленовой упаковке				
0	14,4	18,0	17,6	16,3
1	13,8	17,8	16,9	15,8
2	13,1	17,3	16,3	15,5
3	12,6	16,9	15,8	15,1
4	11,9	16,5	15,2	14,9
5	11,3	16,2	14,7	14,4
6	10,6	15,6	14,5	14,1
7	10,2	15,2	14,1	13,5

Проанализировав экспериментальные данные можно сделать вывод о том, что в процессе хранения кексов снижение влажности идет быстрее в контрольном образце по сравнению с исследуемыми кексами. Это связано с большей способностью к набуханию крахмала кукурузной и рисовой муки, клейстер из него обладает наиболее низкой скоростью ретроградации по сравнению с крахмалом зерновых культур, что обусловлено разной степенью полимеризации молекул амилозы. Это способствует увеличению срока сохранения свежести опытных кексов.

Как известно, в рецептуру кексов входит значительное количество жира и он подвержен окислительной порче. Поэтому нами было проведено исследование влияния аглютеновых видов муки на окисление жиров кексов при хранении (табл. 2).

**Таблица 2 – Динамика изменения перекисного числа в кексах при хранении**

Срок хранения, сут	Контроль, 1	Перекисное число, I <sub>2</sub> , %		
		2	3	4
0	0,010	0,010	0,010	0,010
1	0,011	0,010	0,010	0,010
2	0,012	0,011	0,011	0,010
3	0,015	0,012	0,012	0,011
4	0,020	0,012	0,014	0,011
5	0,028	0,015	0,016	0,012
6	0,038	0,017	0,020	0,012
7	0,050	0,018	0,022	0,012

Исследование по изменению перекисного числа жира кексов в течение 7 суток хранения показало, что только в изделиях, приготовленных с добавлением рисовой и кукурузной муки, перекисное число оставалось на уровне допустимых значений (0,03-0,06) % I<sub>2</sub>. Снижение скорости реакции окисления, вероятно, обусловлено тем, что антиоксиданты (токоферолы) кукурузной муки реагируют со свободными радикалами перекисей с образованием малоактивных соединений.

Переработка зерна риса, кукурузы в муку и производство из нее хлебопекарных и кондитерских изделий неминуемо приводит к тому, что в готовую продукцию легко могут попасть микроорганизмы, способные вызывать различные виды микробной порчи, при которой происходит снижение пищевой и биологической ценности готовых изделий, их товарных свойств и сокращается срок хранения. Кроме того, при хранении мучных изделий микроорганизмы и споры, находящиеся в окружающей среде, через поры и трещины легко попадают внутрь изделий, где легко развиваются, вызывая их порчу.

Нами были проведены исследования по изучению качественного и количественного состава микрофлоры новых видов кексов на основе рисовой и кукурузной муки, а также ее изменение в зависимости от их состава, условий и продолжительности хранения, для определения их безвредности и степени устойчивости при хранении.

Анализ обсемененности образцов проводили перед закладкой на хранение, а также через 3 и 7 суток хранения. Пробы исследуемых образцов отбирали в стерильную посуду в асептических условиях, исключающих микробное загрязнение продукта из окружающей среды. Качественный и количественный состав микробиологических и санитарных показателей, к которым относятся мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (МАФАНМ) и бактерии группы кишечных палочек БГКП; условно-патогенные, к которым относятся кишечная палочка (*Escherichia coli*) и стафилококк (*Staphylococcus aureus*); патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы (*Salmonella*); сульфитредуцирующие клостридии (*Clostridium*); плесневые грибы и дрожжи (среди которых осмофильные), определяли путем высевания на питательные среды с последующим культивированием и характеристикой по ГОСТ 10444.9, 10444.12, 10444.15 [5-7].

Качественный и количественный состав микробиоты изучали путем высевания смывов с кексов различной степени разведения на мясо-пептонный агар (МПА), микромицеты и дрожжи — на сусло-агар (СА) с последующим культивированием при температурах 37±1 °С и 28±1 °С соответственно. Общее количество бактерий выявляли на мясо-пептонном агаре через 48 ч, микромицеты — на сусло-агаре через 7 суток и рассматривали органы спороношения. Споровые формы бактерий определяли в пастеризованных смывах с образцов, высевами на комплексную питательную среду МПА и СА в соотношении (1:1); клостридии высевали в печеночный бульон и питательную среду Китт-Тароцци; стафилококки — на молочно-солевой агар; сальмонеллы — на висмутсульфитный агар; вульгарный протей — в конденсационную воду свежекошенного МПА. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ) выражали в тыс КОЕ на 1 г продукта. Для определения титра кишечной и картофельной (*Subtilis licheniformis*) палочек готовили ряд разведений продукта в стерилизованной во-

допроводной воде 1:10, 1:100, 1:1000. Из каждого разведения высевали по 1 см<sup>3</sup> в пробирки со средой Кесслера с поплавками для выявления *E. coli* и в питательную среду МПА+СА (1:1) для выявления *Subtilis licheniformis*. О присутствии кишечной палочки в среде Кесслера судили по помутнению и наличию в поплавках пузырьков газа, образующихся при сбраживании сахара; картофельной палочки — по культуральным признакам характерных колоний.

Результаты микробиологических показателей исследуемых образцов в зависимости от их состава и условий хранения приведены в табл. 3

Таблица 3 – Микробиологические показатели кексов, МАФАНМ тыс/г

Об-разец	Срок хранения, сут	Видовой и количественный состав микрофлоры								
		Бактерии	В том числе			Микромицеты	В том числе			Дрожжи
			<i>Erwinia herbicola</i>	Колиформные	<i>Subtilis licheniformis</i>		<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	Прочие грибы	
1	0	0,15	0,03	0,11	0,01	0,07	0,01	–	0,06	0,25
2	0	0,19	0,02	0,16	0,01	0,06	0,01	–	0,05	0,31
3	0	0,06	0,02	0,03	0,01	0,08	–	–	0,08	0,38
4	0	0,08	0,03	0,05	0,01	–	–	–	–	0,27
Без упаковки										
1	3	0,27	0,1	0,25	0,01	0,07	0,01	–	0,06	0,29
2	3	0,30	0,1	0,27	0,02	0,06	0,01	0,01	0,04	0,38
3	3	0,11	0,1	0,09	0,01	0,10	0,01	0,01	0,08	0,50
4	3	0,17	0,1	0,15	0,01	0,08	0,01	0,02	0,05	0,26
В полипропиленовой упаковке										
1	3	0,15	–	0,14	0,1	0,05	0,1	–	0,40	0,20
2	3	0,19	–	0,18	0,1	0,03	0,1	0,1	0,10	0,23
3	3	0,05	–	0,05	–	0,06	–	–	0,06	0,27
4	3	0,08	–	0,08	–	0,01	–	–	0,01	0,18
Без упаковки										
1	7	0,45	0,01	0,42	0,02	0,09	0,01	–	0,08	0,34
2	7	0,47	0,01	0,44	0,03	0,08	0,01	0,01	0,06	0,42
3	7	0,21	0,01	0,18	0,02	0,09	0,01	0,02	0,06	0,46
4	7	0,32	0,01	0,29	0,02	0,05	0,02	0,02	0,01	0,32
В полипропиленовой упаковке										
1	7	0,15	–	0,14	0,01	0,06	0,1	0,01	0,05	0,22
2	7	0,19	–	0,18	0,01	0,05	0,1	0,01	0,03	0,27
3	7	0,07	–	0,06	0,01	0,06	–	–	0,06	0,31
4	7	0,10	–	0,09	0,01	0,01	–	–	0,01	0,23

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что все полученные продукты перед хранением характеризуются своей качественной и количественной микрофлорой, общее содержание МАФАНМ колеблется от 0,08 тыс. КОЕ/г до 0,19 тыс. КОЕ/г в зависимости от вида продукта. При хранении в течение 7 суток характер степени обсеменения изменялся в зависимости от вида продукта и условий его хранения в сторону увеличения, в большей степени в образцах, хранящихся без упаковки, и МАФАНМ составила от 0,21 тыс. КОЕ/г до 0,47 тыс. КОЕ/г; тогда как, при хранении в полипропиленовой упаковке эта величина составила от 0,07 тыс. КОЕ/г до 0,15 тыс. КОЕ/г.

Анализ полученных результатов показал, что основной состав бактериальной микрофлоры исследуемых образцов, как перед хранением, так и во время хранения являются колиформные бактерии, содержание которых колеблется в интервале от 50 % до 92 % от общего содержания бактерий и зависит от вида исследуемого образца, условий и срока хранения. Наличие травяной палочки (*Erwinia herbicola*) характеризует муку, полученную из свежего зерна риса и кукурузы. Ее содержание снижается, так как она сверх легко отмирает. Из спорообразующих бактерий выявлены бактерии группы *Subtilis licheniformis* относительное содержание которых составило максимум 0,1 % от общего количества бактерий, что соответствует норме титра.

Следует отметить, что во всех исследуемых образцах и при различных условиях хранения кишечная палочка, стафилококк, сальмонеллы, протей, сульфидредуцирующие клостридии не обнаружены. Все микробиологические показатели соответствуют ДСТУ 4505-2005.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что использование муки из нетрадиционных видов сырья позволяет не только расширить ассортимент мучных кондитерских изделий, но и разработать кексы функционального назначения для людей, больных целиакией с улучшенными показателями качества, как в процессе производства, так и при хранении.

#### Литература

1. Юдина С.Б. Технология продуктов функционального питания. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 280 с.
2. Технология приготовления мучных кондитерских изделий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /Л.С.Кузнецова, М.Ю. Сиданова. – 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.
3. Пылов А.П., Симбирский В.А., Теляев Д.М. Заготовка и переработка крупяных культур. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 47 с.
4. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание /Под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В. Широкова под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.
5. ГОСТ 10444.9 -88. Продукты пищевые. Метод определения *Clostridium perfringens*.
6. ГОСТ 10444.12-88. Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов.
7. ГОСТ 10444.15-88. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

УДК 65.12.122:664.654.2

## ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ «БЕЗБІЛКОВОГО» ТІСТА ЗА ПОКАЗНИКОМ «ЧИСЛО ПАДІННЯ»

Кучерук З.І., канд. техн. наук, доцент, Луньова О.С., аспірант  
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

*Розглянуто проблематику забезпечення спеціальними продуктами для харчування при захворюваннях, зумовлених порушеннями білкового обміну. Доведено доцільність використання структуроутворювальної добавки – ксантану для безбілкового тіста.*

*Problems of providing the special products for a food at diseases, conditioned violations of protein metabolism is considered. Expedience of the use of gel-forming addition– xanthan gum for a non protein dough is well-proven.*

Ключові слова: спадкові порушення обміну амінокислот (СПОА), первинні аміноацидопатії (ПА), «безбілкова» дієтотерапія, безбілкове тісто, безбілкові хлібобулочні вироби, структуроутворювачі, ксантан, гуар-гум, пектин, в'язкість, «число падіння».

Сьогодні спадкові хвороби, пов'язані з порушеннями обміну білкових речовин, серед патологій людини набули розповсюдження у світових масштабах. Найефективнішим методом лікування цих хвороб є дієтотерапія з використанням спеціальних продуктів зі зниженим вмістом білка. У Європейських країнах, в Південній та Північній Америці, а також в інших країнах світу забезпечення такими продуктами хворих людей знаходиться в належному стані. Там випускаються як готові продукти, так і сухі суміші для виготовлення продукції в домашніх умовах. Продукти розподіляються централізовано через медичні заклади і всі затрати щодо виготовлення і реалізації цієї продукції несе держава. При медичних закладах навіть є пункти харчування, де готуються дієтичні безбілкові страви. При встановленні можливості поставок закордонних безбілкових продуктів в Україну виявилося, що вони мають надто високу ціну як для українського споживача. Далеко не кожна українська сім'я зможе закупити харчування для своєї дитини.

До 1990 року в СРСР існувало розвинуте на той час виробництво традиційного дитячого харчування та харчових продуктів спеціального лікувального призначення. З розпадом Радянського Союзу економічна криза перехідного періоду в Україні поширилась і на галузь виробництва харчоконцентратів та продуктів дитячого харчування. Це призвело до значної руйнації існуючої інфраструктури виробництва та збуту вищезазначеної продукції. На теперішній час виробництво спеціальної безбілкової продукції вітчизняною промисловістю зовсім не освоєно.

Тому, сьогодні в Україні актуальною є проблема розробки високоякісних безбілкових продуктів для дітей та дорослих з різними патологіями, що зумовлені первинними аміноацидопатіями.