

УДК 664.68

Профессор Г.О. Магомедов, доцент Т.А. Шевякова,
аспирант Ю.А. Чернышева, магистрант Е.А. Мазина
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств. тел. (473) 255-38-51
E-mail: 209777@mail.ru

Professor G.O. Magomedov., associate Professor T.A. Shevyakova,
postgraduate student Yu.A. Tchernysheva,
undergraduate student E.A. Mazina
(Voronezh state university of engineering technology) Department of technology of bread,
confectionery, macaroni and grain processing., tel.: (473) 255-38-51
E-mail: 209777@mail.ru

Сбивные мучные кондитерские изделия на основе муки из цельносмолотого зерна

Whipped flour confectionery based upon whole grain ground flour

Реферат. Мучные кондитерские изделия для российского рынка являются традиционными продуктами и по продажам занимают 1-е место среди всех видов кондитерских изделий. Поэтому особую актуальность приобретают исследования, направленные на разработку бисквитов повышенной пищевой и биологической ценности, восполняющих имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ. Применение муки из цельносмолотого зерна ржи, пшеницы и амаранта позволяет получить качественный продукт с мелкопористой структурой, приятным вкусом и ароматом, повышенной пищевой ценности. При использовании механического способа разрыхления теста сокращаются технологические затраты, существенно интенсифицируется технологический процесс, значительно сокращаются производственные площади предприятия, длительность всего технологического процесса производства бисквитов сокращается на 40 %. В разработанных бисквитах содержание белка увеличивается в 1,5 раза; пищевых волокон - в 6 раз, калия - в 10,8; кальция - в 11, фосфора - в 3, железа - в 3,3раза; витамина В₆ - в 4,1; В₁₂ - в 2,4; В₉ - в 12,4 раза.

Summary. Flour confectionery products for the Russian market are the traditional products and their sales occupy the 1st place among all types of confectionery. Therefore, it is especially important to conduct research aimed at developing biscuits with increased food and biological value, meeting the existing in the human body requirements in nutrients. The use of flour from whole grain rye, wheat and amaranth allows to receive a quality product with a fine pore structure, pleasant taste and aroma and of high nutritional value. Using a mechanical method for dough loosening reduces operating costs, significantly intensifies the whole technological process, greatly reduces production area of enterprise, the duration of the entire technological process of biscuit production is reduced by 40%. In the developed biscuits protein content increases in 1.5 times; fiber in 6 times, potassium in 10.8 times, calcium in 11 times, phosphorus in 3 times, iron in 3.3 times, vitamin the B₆ in 4.1 times; B₁₂ in 2.4 times, B₉ in 12.4 times.

Ключевые слова: мука из цельносмолотого зерна пшеницы, ржи и амаранта, бисквитное тесто, бисквит.

Keywords: flour from whole ground grain of wheat, rye and amaranth, biscuit dough, cake.

В последние десятилетия, в виду роста числа хронических заболеваний и установления их причинной связи с несбалансированным питанием, к пищевым продуктам стали относиться как к эффективному средству поддержания физического и психического здоровья и снижения риска возникновения многих заболеваний.

Нехватка микроэлементов в рационе питания сегодня рассматривается Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) как глобальная проблема. Исследованиями, проводимыми Институтом питания РАМН и другими медицинскими учреждениями, выявлен глубокий дефицит витамина С (в 3,5-5 раз меньше рекомендуемого потребления), витаминов группы В, Е, А и фолиевой кислоты. Поливитаминный дефицит

сочетается с недостаточным поступлением минеральных веществ – йода, кальция, железа, цинка, фтора; дефицит пищевых волокон достигает 50 %, полноценных белков - 25 %.

Мучные кондитерские изделия для российского рынка являются традиционными продуктами и по продажам занимают 1-е место среди всех видов кондитерских изделий. Печенье и бисквиты употребляют 72 % жителей. Поэтому особую актуальность приобретают исследования, направленные на разработку бисквитов повышенной пищевой и биологической ценности, восполняющих имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ [1].

© Магомедов Г.О., Шевякова Т.А.,
Чернышева Ю.А., Мазина Е.А., 2014

Традиционные технологии переработки зерна с удалением оболочек (отрубей) не обеспечивают нас сбалансированным питанием, что приводит к ряду заболеваний, в первую очередь желудочно-кишечного тракта.

Цельное зерно с оболочками (семена) обладает невероятным потенциалом. В цельном зерне ни одна из полезных составляющих зерна: отруби, зародыш, эндосперм, – не удалена в процессе переработки.

Цельное зерно содержит сложные углеводы, протеины, жиры, витамины и микроэлементы в пропорциях, идеальных для организма, а также служит великолепным источником клетчатки и комплекса витаминов группы В, Е, А. Наружные оболочки (отруби) содержат более 80 % пищевых волокон (клетчатки), витаминов, микроэлементов и других биологически активных веществ, имеющих в своем цельном зерне.

При удалении отрубей из пищевых продуктов польза последних для человеческого организма снижается в несколько раз. Клетчатка (пищевые волокна) отрубей является очень важным элементом здорового питания. Обеспечивая организм микроэлементами и витаминами группы В, Е, А, она замедляет повышение уровня сахара в крови после приема пищи, а также способствует снижению уровня холестерина и улучшает работу желудка. Клетчатка помогает контролировать вес, является отличным натуральным энтеросорбентом. Она способствует выведению из организма шлаков, токсинов, тяжелых металлов и радионуклидов.

Микроэлементы в цельном зерне хелатированы. Это означает, что они находятся в естественном состоянии – связаны с аминокислотами и потому хорошо усваиваются человеческим организмом. Также микроэлементы участвуют в образовании и действии всех ферментов и поддерживают определенное значение электрического заряда на мембранах всех клеток, предохраняя их от вторжения микробов [2].

В состав муки из цельнозернового зерна амаранта входит большое количество витаминов, весьма важных для организма человека макро- и микроэлементов, а также других биологически активных веществ, определяющих разнообразные лечебно-профилактические свойства амарантовой муки (сквален, фитостеролы, фосфолипиды и др.).

Благодаря своей высокой пищевой ценности, уникальным лечебно-профилактическим свойствам и высокой урожайности амарант признан экспертами продовольственной комиссии ООН наиболее перспективной зерновой культурой XXI века [3, 4].

Для производства мучных кондитерских изделий широко используется химический способ разрыхления теста. Но проводимые в течение ряда лет научные исследования показали перспективность применения физических способов обработки сырья и полуфабрикатов, в числе которых способ механического разрыхления теста [5].

Целью исследований являлась разработка технологии сбивных мучных кондитерских изделий – бисквитов на основе муки из цельнозернового зерна пшеницы, ржи и амаранта повышенной пищевой ценности с применением механического способа разрыхления, без яичного меланжа.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- исследовать влияние рецептурных компонентов на пенообразующую способность теста;
- определить оптимальные параметры замеса сбивного теста;
- разработать технологию бисквита повышенной пищевой ценности на основе цельнозерновой муки;
- определить содержание ароматобразующих веществ и антиоксидантной активности сбивного бисквита;
- определить пищевую и биологическую ценность сбивных мучных кондитерских изделий.

В ходе экспериментов готовили образцы бисквитов из муки цельнозернового зерна пшеницы и ржи, амаранта и пшеницы, амаранта и ржи. Замес теста производился при частоте 350 мин⁻¹ в течение 11 минут, затем тесто сбивали на сбивальной установке МС-450, предназначенной для механического разрыхления теста, при частоте вращения месильного органа 800 мин⁻¹ в течение 40 с при давлении сжатого воздуха 0,5 МПа.

Экспериментальные данные зависимости объемной массы теста от продолжительности сбивания позволили получить серию кривых для сбивного теста из смеси муки цельнозернового зерна пшеницы, ржи и смесей пшеничной и амарантовой, ржаной и амарантовой муки (рисунок 1).

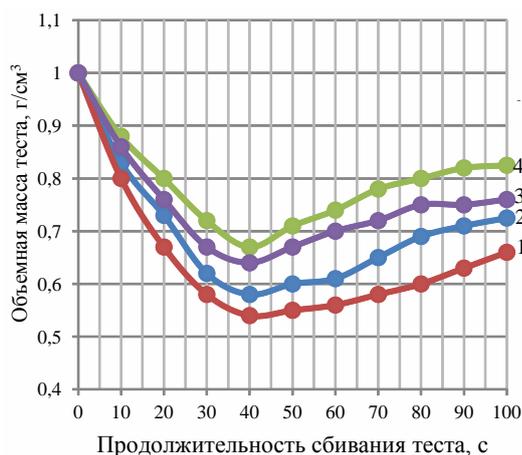


Рисунок 1. Зависимость объемной массы от продолжительности сбивания теста из цельносмолотой муки: 1 - ржано-амарантовой; 2 - пшенично-амарантовой; 3 - ржаной; 4 - пшеничной.

Установлено, что при внесении амарантовой муки в тесто на основе муки из цельносмолотого зерна объемная масса уменьшается, так как амарантовая мука обладает хорошей пенообразующей способностью (белки амарантовой муки не содержат глютена, они представлены альбуминовой и глобулиновой фракциями, которые после набухания переходят в раствор). Объемная масса теста на основе муки из цельносмолотого зерна пшеницы и амаранта при соотношении 7:3 достигает минимального значения $0,58 \text{ г/см}^3$ на 40 с сбивания, для теста на основе муки из цельносмолотого зерна ржи и амаранта при соотношении 7:3 объемная масса $0,54 \text{ г/см}^3$ достигается на 40 с сбивания.

Для повышения пищевой ценности бисквита вносили сухое молоко и концентрированный яблочный сок.

Ценность сухого молока заключается в том, что все компоненты молока идеально сбалансированы и находятся в легкоусвояемой и доступной форме. Яблочный сок богат витамином С, Е, Н (витамин красоты), РР и витаминами группы В, кальцием, магнием, калием, фосфором, железом, цинком.

В ходе эксперимента определяли влияние жира и сухого молока на пенообразующую способность теста на основе муки цельносмолотой ржаной и амарантовой. Установили, что при внесении этих компонентов объемная масса теста снижается, что способствует пенообразованию.

Установлено, что с увеличением дозировки жира повышается пенообразующая способность теста [6], причем наименьшая объемная масса теста $0,4 \text{ г/см}^3$ достигается на 40 с сбивания (рисунок 2).

Изучено влияние сухого молока на пенообразующую способность теста из цельно-смолотого зерна и установлена минимальная объемная масса теста – $0,66 \text{ г/см}^3$ при дозировке сухого молока 20,0 % и продолжительности сбивания 50 с.

При механическом разрыхлении теста важным является выбор оптимальных параметров замеса и сбивания теста. Установлены оптимальные режимы приготовления теста: при соотношении пшеничной и амарантовой муки 71:29 и продолжительности сбивания теста под давлением сжатого воздуха $0,5 \text{ МПа}$ на установке МС-450 в течение 39 с бисквит обладает наибольшим удельным объемом $243 \text{ см}^3/\text{г}$, пористостью - 67 % и наименьшей объемной массой теста $0,63 \text{ г/см}^3$; при соотношении ржаной и амарантовой 68:32 и продолжительности сбивания теста 36 с бисквит обладает наибольшим удельным объемом $242 \text{ см}^3/\text{г}$, пористостью 68 % и наименьшей объемной массой теста $0,62 \text{ г/см}^3$.

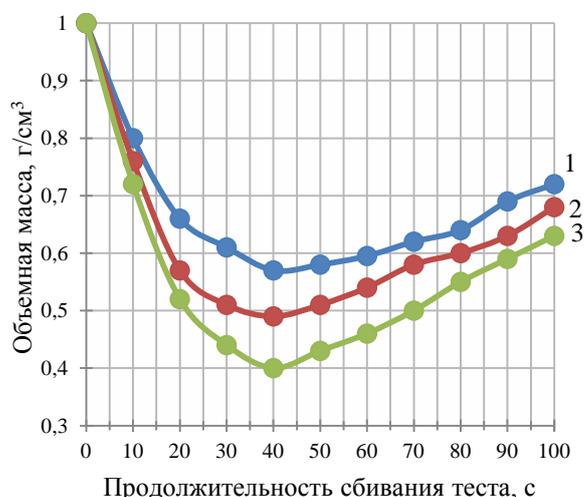


Рисунок 2. Зависимость объемной массы теста на основе муки цельносмолотой ржаной и амарантовой от продолжительности сбивания при дозировке жира к массе муки, %: 1 - 0; 2 - 6; 3 - 12.

Качество пищевого продукта является комплексным понятием. Для науки о питании в нем первостепенное значение имеют биологическая, пищевая ценность и диетические свойства изделия. Для потребления важными являются вкусовые достоинства и аромат продукции. Поэтому очень важно проводить ис-

следования аромата и ароматобразующих веществ, которые воспринимаются по запаху.

Для определения влияния рецептурных компонентов на содержание ароматических веществ исследовали бисквит на ароматизаторе запахов «МАГ – 8»: проба 1 – бисквит на основе муки из цельносомлотого зерна ржи; проба 2 – бисквит «Полезный» (бисквит на основе муки из цельносомлотого зерна ржи и амаранта); проба 3 – бисквит на основе муки цельносомлотого зерна пшеницы; проба 4 – бисквит «Витаминный» (бисквит на основе муки из цельносомлотого зерна пшеницы и амаранта).

Установлен близкий качественный и количественный состав равновесной газовой фазы, представленной смесью основных классов легколетучих соединений, на которые настроен массив сенсоров (спирты, кетоны, алкилацетаты, кислоты, амины, вода, ароматические соединения, неполярные углеводороды) для всех изученных проб (таблица 1).

Просматриваются следующие тенденции изменения состава РГФ над пробами. Введение яблочного сока способствует значительному обогащению состава легколетучей фракции аромата. Добавление амарантовой муки при этом незначительно уменьшает интенсивности запаха проб на основе пшеничной и ржаной муки (пробы 1-я и 3-я и 2-я – 4-я). При добавлении ржаной муки существенно уменьшается содержание сильнополярных соединений в РГФ. Аромат обедняется. Введение амаранта сглаживает нативный аромат ржаной муки. Форма «визуальных отпечатков» сигналов сенсоров отражает состав РГФ над исследуемыми образцами (рисунок 3).

Для сопоставления содержания легколетучих соединений в равновесной газовой фазе над образцами сравним форму полных «визуальных отпечатков» максимальных сигналов

сенсоров (рисунок 3), которые больше оценивают идентичность состава.

Проследить изменения в качественном составе РГФ над пробами позволяет параметр A_{ij} , показывающий постоянство соотношения концентраций отдельных классов легколетучих соединений в РГФ (таблица 2).

Если показатели A для проб близки или совпадают, то можно считать, что соотношение содержания в пробах отдельных классов соединений одинаково. Если соотношение сигналов отличается для проб, то соотношение концентрацией этих групп соединений различно.

По сигналам сенсоров 5/4 оценивается соотношение содержания в пробах воды, полярных органических соединений (спирты, эфиры) и кетонов (таблица 2).

Установлено, что по этому показателю изменяется распределение легколетучих веществ над пробой 4 больше всего (завышенная доля кетонов), по сравнению с пробой 3, что объясняется влиянием нативных компонентов амарантовой муки. Аналогично влияние муки из амаранта в пробах 1 и 2.

Идентифицировать дополнительно вещества в пробах позволяет показатель стабильности аромата A по сигналам сенсоров 2/7 с сорбентами, проявляющими сродство к аминам, серосодержащим соединениям и алифатическим кислотам, полярным органическим соединениям (циклические спирты, эфиры) (ПДЭГС/ Tween). Если этот показатель для какой-либо пробы больше, то в РГФ над ней присутствует больше аминов, сернистых соединений, чем кислот.

По этому показателю установлено, что введение амарантовой муки приводит к увеличению доли кислот в РГФ над пробой, при этом для изделий на основе пшеничной муки действие амаранта не проявляется.

Т а б л и ц а 1

Отклики сенсоров (Гц) и площадь «визуального отпечатка»

Пробы с добавлением ингредиентов	S1 – ПВП	S2 – ПДЭГС	S4 – ПЭГ2000	S5 – Пч.кл	S6 – ПЭГ фтал.	S7– Tween	S8– ТОФО	S _{во.} , Гц.с
Бисквит на основе муки из цельносомлотого зерна ржи	33	6	17	3	7	5	4	109
Бисквит на основе муки из цельносомлотого зерна ржи и амаранта	27	5	14	3	6	4	4	82
Бисквит на основе муки из цельносомлотого зерна пшеницы	38	6	20	4	5	6	4	129
Бисквит на основе муки из цельносомлотого зерна пшеницы и амаранта	38	5	17	4	5	5	5	107

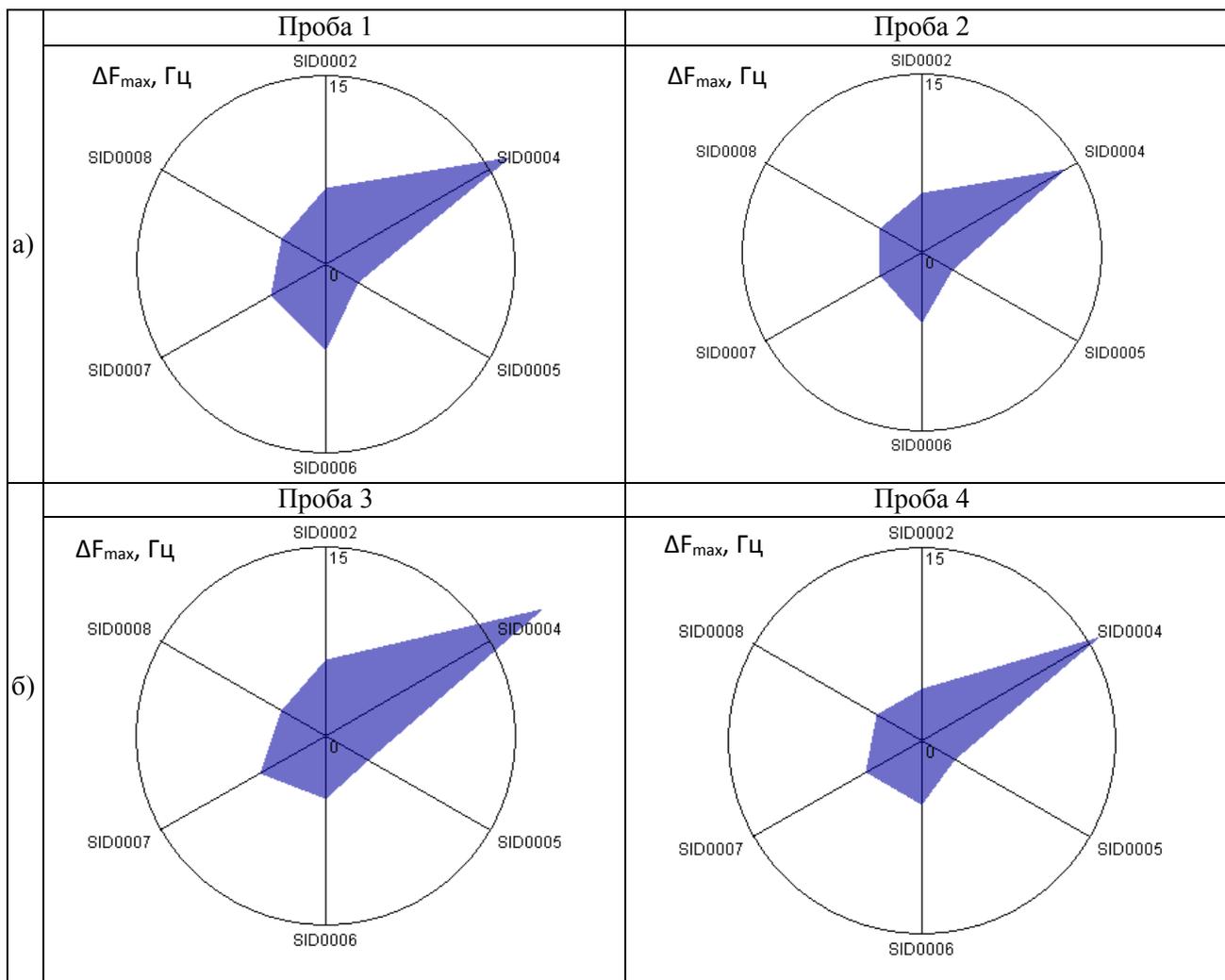


Рисунок 3. «Визуальные отпечатки» максимальных и кинетические «визуальные отпечатки» (б) сигналов сенсоров в РФФ над тестируемыми пробами бисквитов. По осям указаны номера сенсоров в матрице и время фиксирования откликов (а)

Т а б л и ц а 2

Соотношение сигналов нескольких сенсоров в матрице для тестируемых проб

Вид пробы	Показатель стабильности аромата		
	A _{5/4}	A _{2/7}	A _{6/4}
1. Бисквит на основе муки из цельносмолотого зерна ржи	0,18	1,20	0,40
2. Бисквит на основе муки из цельносмолотого зерна ржи и амаранта	0,20	1,00	0,25
3. Бисквит на основе муки цельносмолотого зерна пшеницы	0,21	1,30	0,43
4. Бисквит на основе муки из цельносмолотого зерна пшеницы и амаранта	0,24	1,00	0,30

Показатель A_{6/4} позволяет оценить долю простых и сложных эфиров, ацетатов от суммы спиртов, эфиров, кислот. Установлено, что по этому показателю изменение рецептуры значимо для проб 3 и 4, что объясняется взаимным действием добавок.

Одной из основных причин наиболее опасных заболеваний считается накопление свободных радикалов в организме человека. Концентрация свободных радикалов (супероксидный радикал, пероксид водорода, гидроксил радикал и др.) возрастает за счет снижения активности естественной

антиоксидантной системы человека, связанной с воздействием радиации, УФ облучения, курения, алкоголизма, постоянных стрессов, инфекционных болезней, некачественного питания. За счет вредных воздействий свободных радикалов повреждаются стенки сосудов, мембраны, окисляются липиды, что приводит к серьезным патологическим изменениям, к сердечно-сосудистым и онкологическим заболеваниям, а также к преждевременному старению.

Вредное воздействие на организм "свободных радикалов" можно уменьшить за счет систематического употребления продуктов питания, обладающих хорошей антиоксидантной активностью. Основные природные антиоксиданты - витамины Е и С, полифенолы, флавоноиды, ароматические оксикислоты, антоцианы и др. Антиоксиданты защищают клеточные структуры от повреждения их свободными радикалами, это предохраняет организм человека от болезней.

Целью дальнейших исследований являлось определение антиоксидантной активности готовых изделий в процессе хранения (рисунок 4) [7].

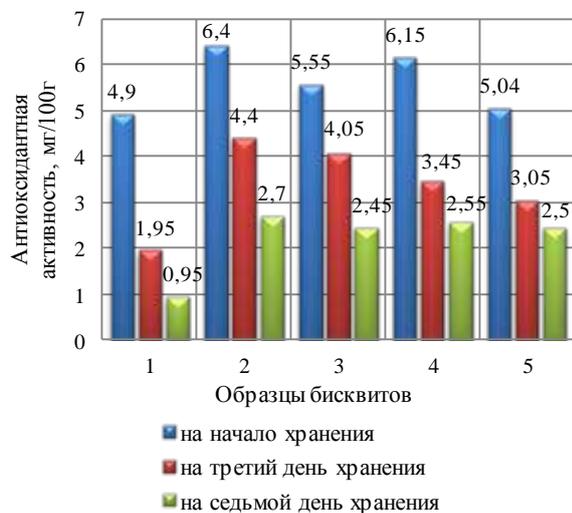


Рисунок 4. Антиоксидантная активность в процессе хранения бисквитов на основе муки: 1 – пшеничной муки высшего сорта; 2 – из цельнозернового зерна ржи и амаранта «Полезный»; 3 – из цельнозернового зерна ржи; 4 – из цельнозернового зерна пшеницы и амаранта «Витаминный»; 5 – из цельнозернового зерна пшеницы.

В бисквитах, приготовленных с внесением амарантовой муки, наблюдается наивысшее значение антиоксидантной активности 6,15 и 6,4 мг/100 г, что обусловлено наличием в составе этой муки мощного антиоксиданта – сквалена. Яблочный сок, входящий в состав разработанных бисквитов обладает высоким содержанием витамина С, который также является одним из сильных антиоксидантов, что способствует максимальному значению антиоксидантной активности изделия.

В процессе хранения антиоксидантная активность снижается для контрольного образца в 5,2 раза, для бисквитов на основе цельнозерновой муки из пшеницы, ржи и амаранта 2,3-2,4 раза.

Образцы бисквитов, приготовленные из цельнозерновой муки, обладают богатым составом полезных веществ, необходимых для организма человека. Особенно полезны сбитые изделия, приготовленные с применением амарантовой муки, так как она обогащает мучные кондитерские изделия незаменимыми аминокислотами, антиоксидантами и минеральными веществами. Биологическая ценность сбитых бисквитов «Витаминный» по сравнению с контролем увеличилась на 4,90 %, «Полезный» – на 5,04 %.

Таким образом, применение муки из цельнозернового зерна ржи, пшеницы и амаранта позволяет получить качественный продукт с мелкопористой структурой, приятным вкусом и ароматом, повышенной биологической ценности. В разработанных бисквитах содержание белка увеличивается в 1,5 раза; пищевых волокон - в 6 раз, калия - в 10,8; кальция - в 11, фосфора - в 3, железа - в 3,3 раза; витамина В₆ - в 4,1; В₁₂ - в 2,4; В₉ - в 12,4 раза.

Мучные кондитерские изделия, рецептура которых исключает яичный меланж, позволяют улучшить санитарное состояние производства, снизить массовую долю холестерина на 94 % и сахароемкость бисквита в 3,7 раза, придать изделиям диетические свойства.

При использовании механического способа разрыхления теста сокращаются технологические затраты, существенно интенсифицируется технологический процесс, значительно сокращаются производственные площади предприятия, длительность всего технологического процесса производства бисквитов сокращается на 40 %.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Птуха А.Р. Рынок мучных кондитерских изделий растет за счет новых видов продукции // Хлебопродукты. 2012. № 11. С.8-9.
- 2 Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Шевякова Т.А. Технология мучных кондитерских изделий: учебное пособие. М.: ДеЛипринт, 2009. 296 с.
- 3 Шмалько Н. А., Росляков Ю.Ф. Амарант в пищевой промышленности. Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. 489 с.
- 4 Магомедов Г.О., Шевякова Т.А., Журавлев А.А., Чернышева Ю.А. и др. Сбивные кондитерские изделия с применением муки из цельносмолотого зерна // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: материалы III Международной научно-практической конференции, 19-21 сентября 2013 г. Краснодар: КубГТУ, 2013. С. 141-142.
- 5 Магомедов Г.О., Шевякова Т.А., Чернышева Ю.А., Мазина Е.А. Получение сбивных бисквитов путем механического разрыхления // Международная научно-техническая конференция (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство»: сборник материалов, 3-4 декабря 2013 г. Воронеж, ВГУИТ, 2013. С. 355.
- 6 Олейникова А. Я., Магомедов Г.О., Мирошникова Т.Н. Практикум по технологии кондитерских изделий. СПб.: ГИОРД, 2005. 464 с.
- 7 Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Пахомов В.П. Новый прибор для определения антиоксидантов в лекарственных препаратах, биологически активных добавках, пищевых продуктах и напитках ЦветЯуза-01-АА. М: НПО «Химавтоматика», 2005. С. 83-87.

REFERENCES

- 1 Ptukha A.R. Market of flour confectionery products is increasing due to new products. *Khleboprodukty*. [Bakery products], 2012, no. 11, pp. 8-9. (In Russ.).
- 2 Magomedov G.O., Oleinikova A.Ia., Sheviakova T.A. *Tekhnologiiia muchnykh konditerskikh izdelii* [Technology of flour confectionery]. Moscow, DeLiprint, 2009. 296 p. (In Russ.).
- 3 Shmal'ko N. A., Rosliakov Iu.F. *Amarant v pishchevoi promyshlennosti* [Amarant in the food industry]. Krasnodar, Prosveshchenie-Iug, 2011. 489 p. (In Russ.).
- 4 Magomedov G.O., Sheviakova T.A., Zhuravlev A.A., Chernysheva Iu.A. et al. Whipped confectionery using flour from whole ground grain. *Khlebobulochye, konditerskie i makaronnye izdeliia XXI veka: materialy III mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. [Bakery, confectionery and macaroni products of the XXI century: materials of the III International scientific-practical conference], Krasnodar, 2013. pp. 141-142. (In Russ.).
- 5 Magomedov G.O., Sheviakova T.A., Chernysheva Iu.A., Mazina E.A. Getting whipped cream biscuits by mechanical loosening. *Mezhdunarodnaia nauchno-tekhnicheskaiia konferentsiia "Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoi promyshlennosti: nauka, obrazovanie, proizvodstvo"*. [International scientific and technical conference (part-time) «Institute of innovative technologies in the food processing industry: science, education and production», Voronezh, 2013. pp 355. (In Russ.).
- 6 Oleinikova A. Ia., Magomedov G.O., Miroshnikova T.N. *Praktikum po tekhnologii* [Workshop on technology of confectionery]. Sent-Petersburg, GIORД, 2005. 464 p. (In Russ.).
- 7 Iashin A.Ia., Iashin Ia.I., Chernousova N.I., Pakhomov V.P. *Novyi pribor dlia opredeleniia antioksidantnoi aktivnosti v lekarstvennykh preparatakh, biologicheskii aktivnykh dobavkakh, pishchevykh produktakh i napitkakh Tsvet-Iauza-01-AA* [The new device for definition of antioxidants in medicines, biologically active supplements, foodstuff and drinks Tsvet-Iauza-01-AA]. Moscow, NPO Himavtomatika, 2005. pp. 83-87. (In Russ.).