

УДК 664.149

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНОГО ЗЕРНОВОГО  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАТОНЧИКА, ОБОГАЩЕННОГО ПИЩЕВЫМИ  
ВОЛОКНАМИ**

**Красина Екатерина Владимировна**

аспирант

**Красина Ирина Борисовна**

заведующий кафедрой

krasina@kubstu.ru

**Куракина Анна Николаевна**

доцент

Кубанский государственный технологический университет

г. Краснодар, Россия

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы по влиянию различных дозировок инулина, гуммиарабика и изомальта на характеристики твердости, цвета и активности воды в зерновых энергетических батончиках для спортсменов. Установлено, что количество инулина, гуммиарабика и изомальта влияют на твердость композитных зерновых энергетических батончиков. Что касается цвета, было установлено, что чем меньше инулина и больше изомальта, тем более желтым был оттенок батончиков. На значения активности воды используемые ингредиенты не повлияли. При оценке качественных показателей опытные образцы, получили наилучшие результаты, а при сенсорной оценке все образцы статистически не различались. Эти батончики также содержат значительный уровень растворимой клетчатки (более 3% инулина).

**Ключевые слова:** зерновые энергетические батончики, инулин, гуммиарабик, изомальт, качество, сенсорная оценка

Повышение эффективности тренировок, особенно с повышенной силовой нагрузкой требует соответствующего питания спортсменов. Запрос на более здоровый образ жизни, связанный с быстрым пополнением энергетических запасов приводит к постоянному поиску альтернативных продуктов, которые могут обеспечить как удобство при потреблении, так и баланс необходимых питательных веществ [1,2]. В этом смысле готовые к употреблению продукты, такие как зерновые батончики, высоко ценятся за это удобство [3].

Зерновые батончики представляют собой альтернативный продукт, который можно использовать для введения полезных для здоровья питательных веществ и функциональных соединений в рацион спортсменов [4]. Зерновые батончики - это продукты, пищевые продукты, обладающие полезными свойствами, которые получают из зерновых. При их производстве можно получить продукт с более высоким питательным и функциональным качеством, выбирая и дополняя сырьевые ингредиенты, образуя вариант с необходимыми свойствами [5,6].

В настоящее время в разных странах растет интерес к внедрению киноа. Киноа - это псевдозлак с высоким содержанием белка, липидов, клетчатки, витаминов и минералов, который можно использовать в качестве замены зерновых продуктов в батончиках для спортсменов. Эта культура имеет хороший баланс незаменимых жирных кислот и аминокислот. Киноа также содержит многочисленные фитохимические вещества: фитостеролы, фенольные соединения и биологически активные пептиды.

Амарант классифицируется как злак, выращенный из-за его съедобных крахмалистых семян, но он не из того же семейства, что злаки, такие как пшеница и рис, поэтому он также, как и киноа относится к псевдозлаковым культурам. Сырое зерно амаранта несъедобно для человека и не может быть переварено, потому что оно блокирует усвоение питательных веществ. Таким образом, он должен быть подготовлен соответствующим образом к использованию в пищевых продуктах. В зерне амаранта много белка и лизина-аминокислоты, которая содержится в небольших количествах в других

зерновых. Амарант является хорошим источником ряда витаминов и минералов, необходимых для хорошего здоровья, включая витамины группы В, кальций, железо и цинк.

Использование связующих веществ при производстве энергетических батончиков не производных сахар, например таких как камедь акации (гуммиарабик) и изомальт становятся альтернативой сахару при производстве батончиков для спортивного питания.

Применение гуммиарабика в пищевой промышленности имеет технологические, пищевые и функциональные свойства. Использование гуммиарабика для зерновых батончиков исключает использование лецитина в их составе благодаря его природным эмульгирующим свойствам.

Растворы изомальта обладают практически такими же свойствами, как и растворы сахара [7], однако они не увеличивают гликемический индекс готового продукта

При разработке новых продуктов очень важно для оптимизации таких параметров, как форма, цвет, внешний вид, вкус, текстура и консистенция, а также взаимодействие различных компоненты для достижения полного баланса, который придает продукту превосходное качество и высокие потребительские свойства [8].

В базовой рецептуре зерновых батончиков [9] были использованы следующие ингредиенты: киноа, взорванный амарант, мальтодекстрин. На первом этапе исследований дозировка этих ингредиентов оставалась постоянной. В рецептуру так же были включены инулин, гуммиарабик и изомальт. Соотношение этих компонентов варьировалось.

Для изучения влияния варьируемых ингредиентов на физико-химические свойства готовых энергетических батончиков для спортсменов использовали методологию поверхностного отклика [5].

При использовании математических методов в качестве независимых переменных были выбраны содержание в смеси  $X_1$  инулина,  $X_2$  гуммиарабика,

$X_3$  изомальта, а в качестве зависимых переменных  $T$  твердость,  $C$  цвет и  $a_w$  активность воды.

Результаты анализа твердости, цвета и активности воды из зерновых батончиков каждого образца, изготовленных по опытным рецептурам, обработанные методом множественной регрессии с использованием анализа поверхности отклика, были использованы для разработки математических моделей с использованием программного обеспечения Statistica.

При анализе условий регрессии предложенной модели твердости было замечено, что члены, относящиеся к количествам трех изученных ингредиентов, инулина ( $X_1$ ), гуммиарабика ( $X_2$ ) и изомальта ( $X_3$ ), в пределах диапазонов, изученных в испытании, были статистически значимыми, влияя на твердость батончиков, т. е. чем больше гуммиарабика и инулина и меньше изомальта, тем больше твердость готового продукта. Более того, увеличение твердости батончиков может быть связано с миграцией влаги между углеводами (такими как крахмалы, пектины, сахара и мальтодекстрины) и белками.

Проведенное исследование показывает, что прочность на разрыв увеличивается с увеличением содержания клетчатки и сахарозаменителя. В нашем исследовании отмечены различия в текстуре между образцами, полученными при различных дозировках независимых переменных.

Таким образом, инулин и гуммиарабик как источники клетчатки увеличивают прочность, в то время как изомальт оказывает противоположное действие.

Установлено, что чем меньше инулина и больше изомальта, тем более желтым является тон зерновых батончиков. Не наблюдалось значительного влияния количества гуммиарабика на параметр цвета. Дисперсный анализ показал, что модели регрессии не были значимыми для яркости и при уровне достоверности 95% ( $p \leq 0,05$ ). Коэффициенты детерминации составили 0,462 и 0,489 соответственно. Это показывает, что эти зависимые переменные в изученных условиях не дают результатов для оценки влияния количества

ингредиентов, тестируемых в рецептуре зерновых энергетических батончиков для спортсменов.

Дисперсионный анализ показал, что модель регрессии не была значимой для данных об активности воды при уровне достоверности 95% ( $p \leq 0,05$ ). Полученный коэффициент детерминации составил 0,659. Это показывает, что активность воды в изученных условиях не является важной характеристикой при оценке влияния количества тестируемых ингредиентов в рецептуре зерновых батончиков.

Во всех тестах были получены образцы с активностью воды ниже 0,60, что предотвращает распространение микроорганизмов, вызывающих порчу, особенно осмофильных дрожжей и ксерофильных грибов. В их состав входят продукты, которые можно хранить в течение длительного времени, что позволяет производить такие энергетические зерновые батончики в промышленных масштабах.

При оценке внешнего вида и интенсивности цвета, текстуры (липкость, хрусткость, жевательность), аромата (карамель, фрукты) и вкуса (сладость, кислотность) между образцами 5 и 11, приготовленными по разным рецептурам, не было существенной разницы.

Оба образца получили средние значения, соответствующие внешнему виду «понравился умеренно». Цвет, карамельный вкус и кислотность обоих образцов были сочтены слабо выраженными; хрусткость, вкус фруктов и полученная сладость находились в диапазоне между «слабо интенсивным» и «умеренно интенсивным», а липкость и жевательная способность считались «умеренно интенсивными».

Таким образом, в образцах с более высокими уровнями гуммиарабика происходит увеличение адгезии между ингредиентами композиции, что приводит к сжатию бруска батончика, и присутствие большего количества гуммиарабика в образце 5 могло иметь некоторое влияние на характеристики жевательности, хрусткости и клейкости, что влияет на общее качество энергетических батончиков.

При анализе данных по влажности энергетических батончиков, не было обнаружено различий между анализируемыми образцами. Содержание белка в исследуемых образцах варьировалось от 10,82% до 10,93%, при этом между образцами не было значимой разницы. По содержанию липидов не было установлено различия в образцах энергетических батончиков не зависимо от рецептуры и их количество находилось на уровне 5,6 – 5,7%.

Что касается углеводов, их количество в образцах составляло от 79,80 до 80,08%, и зависело от рецептуры, по которой они были изготовлены. Однако по содержанию редуцирующих сахаров составы статистически различались в диапазоне от 5,17% (состав 11) до 6,22% (состав 5) из-за присутствия в этих составах изомальта вместо сиропа глюкозы.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать выводы, что имеется целесообразность получения зернового энергетического батончика для спортсменов с добавлением инулина, гуммиарабика и изомальта в пределах изученных уровней.

Установлено, что инулин, гуммиарабик и изомальт напрямую влияют на его качество батончиков. Низкая концентрация инулина и гуммиарабика и более высокая концентрация изомальта приводят к получению батончиков с меньшей твердостью. Всесторонняя оценка батончиков с помощью методологии поверхности отклика, полученных из составов 5 и 11, показала наилучшие результаты. Кроме того, эти батончики содержали значительный уровень растворимой клетчатки (более 3% инулина).

### **Список литературы:**

1. Красина, И.Б. Современные исследования спортивного питания / И.Б. Красина, Е.В. Бродовая // Современные проблемы науки и образования. - 2017. - № 5. - С. 45-47.
2. Красина, И.Б. Технологии и продукты здорового питания / И.Б. Красина, Н.В. Ходус // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 9. – С. 92-93.

3. Quitral, V. Revista Chilena de Nutrición / V. Quitral, E. Atalah, M. Jara, F. Echeverría, J. Vivanco, X. López // Revista Chilena de Nutrición. – 43(1). – 2016. – p. 68–74.

4. Rios, F. Acceptability of beehive products as ingredients in quinoa bars / F. Rios, M. Lobo, N. Samman // Journal Science Food Agriculture, 98, 2018, p. 174–182.

5. Рустимова, А.Ж. Рецептурно-технологические решения при производстве зерновых батончиков нового поколения / А.Ж. Рустимова, М.К. Садыгова, Н.А. Кыдыралиев // Сурский вестник. – 2020. – № 4. – (12). – С. 70–77.

6. Volf, E. Quality and safety problems of sports nutrition products / Volf E., Simakova I., Malyshev E., Zinin A., Perkel R., Eliseev Y. // Agronomy Research. 2020. Т. 18. № Special Issue 3. С. 1888-1896.

7. Красина, И.Б. Функционально-технологические свойства растворов изомальта / И.Б. Красина, Н.Ф. Тесленко, А.Н. Есина, Н.А. Тарасенко, А.В. Головнева // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2013. – № 2-3. – С. 79-81.

8. Красина, И.Б. Современные подходы к разработке технологии обогащенных мучных кондитерских изделий / И.Б. Красина // Депонированная рукопись № 1253-B2007 27.12.2007

9. Covino, R. Manufacturing cereal bars with high nutritional value through experimental design / R. Covino, A. Giriboni, M. Silva, D. Rodrigues, L. Benossi // Acta Scientiarum Technology. – 37(1). – 2015. – p. 149-154.

10. Красина, И.Б., Данович Л.М. Статистические методы обработки экспериментальных данных / И.Б. Красина, Л.М. Данович. – Краснодар: КубГТУ, 2017. 236 с.

**UDC 664.149**

**DEVELOPMENT OF A COMPOSITE GRAIN BAR ENRICHED WITH  
FIBER**

**Krasina Ekaterina Vladimirovna**

postgraduate student

**Krasina Irina Borisovna**

Head of the department

krasina@kubstu.ru

**Kurakina Anna Nikolaevna**

Associate professor

Kuban State Technological University

Krasnodar, Russia

**Annotation.** The article deals with the issues of the influence of different dosages of inulin, gum arabic and isomalt on the characteristics of the hardness, color and activity of water in grain energy bars for athletes. It has been found that the amount of inulin, gum arabic and isomalt affects the hardness of the composite grain energy bars. In terms of color, it was found that the less inulin and more isomalt, the more yellow the shade of the bars was. The ingredients used did not affect the water activity values. When evaluating quality indicators, the prototypes obtained the best results, and when sensory evaluation, all the samples did not differ statistically. These bars also contain significant levels of soluble fiber (over 3% inulin).

**Key words:** cereal energy bars, inulin, gum arabic, isomalt, quality, sensory evaluation.