УДК 664.6

Н.И. Давыденко

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ХЛЕБА СЕЛЕНОМ И ЙОДОМ

Изучено взаимное влияние селенопирана и йодида калия в модельных растворах. Разработаны рецептура и технология комплексных обогащающих добавок (КОД) для хлебобулочных изделий, установлены режимы и сроки хранения. Показана высокая сохранность йода и селена в хлебе при выпечке. Установлено положительное влияние КОД на потребительские свойства хлеба в процессе хранения.

Йод, селен, дефицит, комплексная обогащающая добавка, хлеб, показатели качества.

Введение

Обогащение пищевых продуктов – широко используемый и эффективный механизм коррекции питания населения. Для обогащения пищевых продуктов используются те микронутриенты, дефицит которых реально имеет место, достаточно широко распространен и небезопасен для здоровья. По мнению российских и зарубежных ученых, развитие индустрии функционального питания является самым перспективным направлением в пищевой промышленности в настоящее время, так как оно в наибольшей степени отвечает запросам потребителей [1].

Распоряжение № 1873-р от 25.10.2010 г. «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» рассматривает развитие производства обогащенных микронутриентами пищевых продуктов в качестве важнейшей меры, от решения которой зависит улучшение питания и здоровья населения России.

Как правило, поливитаминный дефицит сочетается с недостаточным поступлением ряда минеральных веществ и микроэлементов, в том числе селена и йода. Данные микроэлементы функционально тесно взаимосвязаны, поскольку селен содержится в ферментах, регулирующих активность тиреоидных гормонов, синергичны друг другу и оказывают влияние на работу иммунной, антиоксидантной систем организма. Селеновый статус влияет как на гомеостаз тироксина, так и на усвояемость йода. При одновременном дефиците в организме этих микроэлементов развивается гипотиреоз, следствием чего является торможение процессов усвоения кислорода, выработки энергии и нарушение процессов метаболизма с образованием недоокисленных продуктов, которые оказывают общетоксическое действие, в конечном итоге снижаются продуктивность и воспроизводительная функция животных и людей [2].

Разработка комплексной обогащающей добавки (КОД) для производства хлеба, содержащей селен и йод, является актуальной для различных регионов, население которых испытывает дефицит микронутриентов.

Целью работы явилось изучение возможности совместного использования препаратов йода и селена в составе обогащающей добавки, используемой при разработке рецептуры и технологии функциональных хлебобулочных изделий.

Материалы и методы

Основные этапы работы выполнены на базе кафедры «Технология и организация общественного питания» ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», производственной лаборатории ОАО «Тюменский хлебокомбинат» (г. Тюмень), межкафедральной биохимической лаборатории Пензенской государственной сельхозакадемии (г. Пенза), лаборатории испытания пищевых продуктов и промышленных товаров Тюменского независимого сертификационно-испытательного центра (г. Тюмень).

На первом этапе обоснован выбор обогащающей добавки (выбор соединений селена и йода), проведены исследования их совместимости в составе комплексной обогащающей добавки, определен состав и оптимальная дозировка КОД. Далее проведены исследования влияния КОД на органолептические, физико-химические показатели качества, процессы, происходящие при хранении хлебобулочных изделий. На следующем этапе разработаны рецептуры и технологии хлеба с комплексными обогащающими добавками, установлены регламентируемые показатели качества продуктов.

Объектами на различных этапах исследования являлись: препараты селенопиран (ТУ 2415-009-11995782-08, Регистрационное удостоверение № 002744.Р.643.03.2001, ООО «Биокор», Россия), калий йодистый (ГОСТ 4232); модельные составы и окончательный вариант комплексных обогащающих добавок для хлебобулочных изделий, мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, хлебобулочные изделия.

Йодид калия (йодистый калий, KI) – калиевая соль йодоводородной кислоты. Представляет собой белые кристаллы с кубической кристаллической решеткой или белый мелкокристаллический порошок, который при длительном воздействии света или при нагревании приобретает бурый цвет – происходит окисление кислородом йодид-ионов до элементарного йода, имеет солено-горький вкус. Йодистый калий достаточно гигроскопичен, легко растворим в воде (1:0,75), спирте (1:12), глицерине (1:2,5). Это наиболее распространенная форма йода для обога-

щения пищевых продуктов в настоящее время, доказавшая свою эффективность.

Селенопиран – гетероциклическое соединение 9-фенил симметричный октагидроселеноксантен, представляет собой оранжевый жирорастворимый порошок без запаха, содержащий 24 % селена и обладающий низкой токсичностью. Комплексные исследования позволили выявить, что селенопиран менее токсичен, чем неорганическое соединение – селенит натрия, в 77 раз, по классификации отнесен к 3 классу токсичности. Полученные данные исследований свидетельствуют о том, что селенопиран не является аллергеном, не обладает канцерогенной активностью, напротив, отмечена гепатопротекторная функция и в некоторой степени антиканцерогенное действие [3].

При выполнении работы использовали стандартные, общепринятые и модифицированные органолептические, физико-химические методы исследований. Содержание селена проводили по методике М 04-33-2004 «Определение селена в пробах пищевых продуктов и продовольственного сырья, комбикормов и сырья для его производства» на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ®-02». Содержания йода определяли методом инверсионной вольтамперометрии (ИВ) в соответствии с ГОСТ Р 52689-2006 «Продукты пищевые. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации йода». Результаты исследований обрабатывались современными методами расчета статистической достоверности измерений с помощью пакета компьютерных программ Statistika.

Результаты и их обсуждение

Основываясь на литературных данных о степени усвояемости и уровне токсичности, в качестве соединений селена и йода были выбраны селенопиран и йодид калия.

Селенопиран выгодно отличается от используемых сегодня препаратов селена совместимостью с любыми ингредиентами лекарственных препаратов и пищевых добавок, защищает их от окислительной деструкции, благотворно воздействует на адаптивный ресурс организма [4].

Для определения оптимального соотношения селенопирана и йодида калия в КОД были проведены исследования, целью которых явилось установление взаимного влияния препаратов друг на друга. В ходе эксперимента были приготовлены модельные водные и водно-жировые растворы данных соединений с концентрацией селена и йода от 20 до 100 % от рекомендуемой нормы потребления данных микронутриентов; время выдержки 3 часа при температуре 30 ºС. Сохранность йода во всех модельных образцах составила 100 %. Данные о сохранности селена представлены на рис. 1.

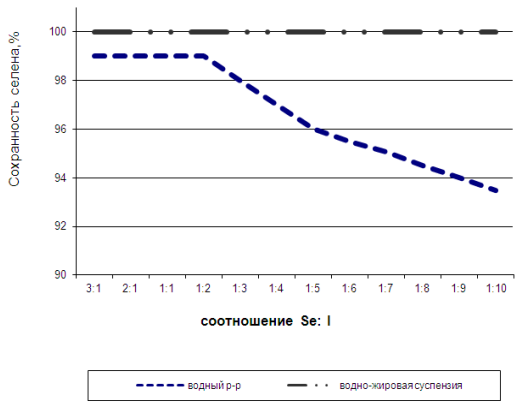

Рис. 1. Сохранность селена в модельных растворах

Интервал концентраций от 1:2 до 1:3 был изучен более подробно с шагом 0,1. Установлено, что при соотношении Se:I в растворах от 3:1 до 1:2,1 наблюдается их наибольшая сохранность. При соотношении Se:I = 1:10 наблюдается наибольшая потеря селена в водном растворе – в среднем 6 %.

На следующем этапе исследований изучено влияние йодида калия и селенопирана в виде монодобавок на хлебопекарные свойства пшеничной муки, в частности, на качество клейковины. Добавки вносили в виде водных растворов при замешивании теста. Результаты представлены в табл. 1.

Полученные результаты показывают, что уже при дозировке йодида калия (в пересчете на йод) 30 мкг/100 г начинают происходить изменения в качестве клейковины, так как йодид калия является достаточно сильным окислителем, оказывающим существенное влияние на состояние белково-протеиназного комплекса муки: под его действием снижается активность протеолитических ферментов, активаторов протеолиза, упрочняется четвертичная и третичная структура белка и, как следствие, повышается сила муки. Данное свойство может быть полезным для муки с излишне растяжимой клейковиной и среднего качества, однако в данном исследовании использовалась мука с клейковиной первой группы средней растяжимости и при дозировке йодида калия более 35 мкг/100 г наблюдалось существенное снижение ее качества и свойств. Таким образом, использование йодида калия в качестве единственной обогащающей добавки при производстве хлеба из пшеничной муки является нецелесообразным для муки с клейковиной первой группы. Использование в качестве монодобавки селенопирана в исследуемых интервалах концентраций отрицательного влияния на качество клейковины не оказывает.

Таблица 1

Влияние йодида калия и селенопирана на качество клейковины пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта, n = 5

Образец			Показатели прибора ИДК-1М, у.е.	Характеристика клейковины	Группа клейковины
Мука пшеничная в/с (ОАО «Тюменский комбинат хлебопродуктов»), контроль			62,4±0,9	Хорошая эластичность, средняя растяжимость	1 группа
Мука пшеничная с добавлением йодида калия	Йодид калия, в пересчете на йод, мкг/100 г	30	55,2±1,1	Хорошая эластичность, средняя растяжимость	1 группа
		35	43,1±1,1	Удовлетворительная эластичность, короткая растяжимость	2 группа
		40	41,6±0,9		2 группа
		45	39,6±0,29		2 группа
Мука пшеничная с добавлением селенопирана	Селенопиран, в пересчете на селен, мкг/100 г	15	62,4±0,9	Хорошая эластичность, средняя растяжимость	1 группа
		20	62,8±1,1		1 группа
		25	62,4±0,9		1 группа
		30	60,4±0,9		1 группа

Далее изучалось влияние йодида калия и селенопирана как в виде монодобавок, так и в составе КОД на потребительские свойства хлеба. При этом исследовалась возможность использования двух форм внесения добавок: в смеси с сахарной пудрой (КОД 1) и в виде водно-жировой эмульсии (КОД 2) с содержанием в 1 г: селена – 14,3 мкг и йода – 30 мкг. Результаты исследований органолептических показателей хлеба представлены в табл. 2.

Результаты исследований показали, что использование йодида калия в качестве монодобавки в количестве 35 и более мкг/100 г муки ухудшает органолептические показатели качества хлеба, что согласуется с данными, полученными ранее (см. табл. 1). Добавление селенопирана отрицательного действия не оказывает. Однако в составе КОД 1 и КОД 2 отрицательное влияние йодида калия нивелируется. По всем показателям обогащенный хлеб не уступает контролю, а по таким показателям, как внешний вид поверхности, характер пористости, эластичность, упругость мякиша, вкус, разжевываемость, превосходит его.

Таблица 2

Влияние добавок йода и селена на органолептические показатели хлеба, n = 5

Показатель	Оценка, балл (max – min 5,0–1,0)								
	Контроль (без добавки)	С монодобавкой				С комплексной добавкой			
		Калия йодид, в пересчете на йод, мкг/100 г муки		Селенопиран, в пересчете на селен, мкг/100 г муки		КОД 1, г/100 г муки		КОД 2, г/100 г муки	
		30	35	15	30	1	1,5	1	1,5
Форма	4,2±0,4	4,2±0,4	4,0±0	4,2±0,4	4,4±0,5	4,4±0,5	4,6±0,5	4,2±0,4	4,4±0,5
Внешний вид поверхности	4,2±0,4	4,2±0,4	4,2±0,4	4,2±0,4	4,2±0,4	4,2±0,4	4,4±0,5	4,2±0,4	4,4±0,5
Окраска корки	4,4±0,5	3,8±0,4	2,4±0,5	4,0±0	4,6±0,5	4,6±0,5	5,0±0	4,0±0	4,4±0,5
Характер пористости, крупность и равномерность пор	4,5±0,1	4,2±0,4	4,2±0,4	4,4±0,5	4,5±0	4,4±0,5	4,6±0,5	4,4±0,5	4,6±0,5
Эластичность, упругость мякиша	4,0±0	3,8±0,4	3,2±0,4	4,0±0	4,4 ±0,5	4,2±0,4	4,6±0,5	4,0±0	4,4±0,5
Цвет мякиша	4,6±0,5	4,0±0	4,0±0	4,6±0,5	4,8±0,4	5,0±0	5,0±0	5,0±0	5,0±0
Запах	4,2±0,4	4,0±0	4,0±0	4,4±0,5	4,6±0,5	4,8±0,4	4,8±0,4	4,8±0,4	5,0±0
Вкус	3,8±0,4	4,0±0	3,8±0,4	4,0±0	4,2±0,4	4,2±0,4	4,8±0,4	4,2±0,4	4,8±0,4
Разжевываемость	3,8±0,4	3,8±0,4	3,4±0,5	4,2±0,4	4,4±0,5	4,4±0,5	4,8±0,4	4,2±0,4	4,8±0,4

Изучено изменение потребительских свойств хлеба в процессе хранения, в частности, изучена динамика крошковатости по методу, предложенному Л.П. Пащенко и др. [5] (рис. 2 и 3).

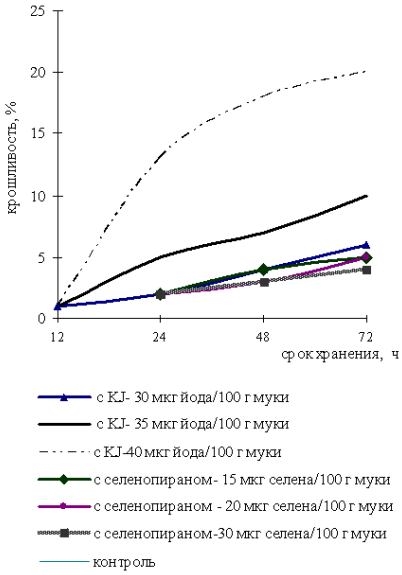

Рис. 2. Динамика крошковатости хлеба с йодидом калия и селенопираном (в пересчете на йод и селен) в процессе хранения

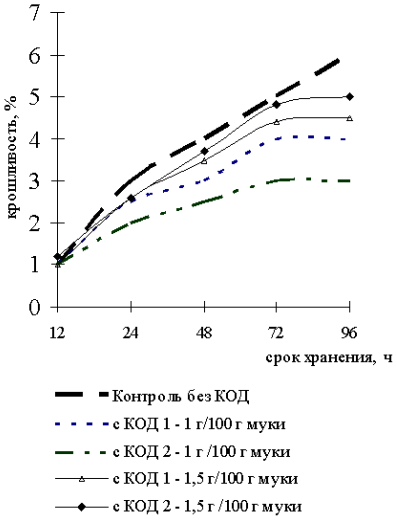

Рис. 3. Динамика крошковатости хлеба с КОД 1 и КОД 2 в процессе хранения

Результаты исследований показали, что увеличение количества вносимого йодида калия с 30 до 40 мкг йода/100 г муки существенно увеличивает крошковатость мякиша – с 6 до 20 % через 72 часа после выпечки. Хлеб, обогащенный только селенопираном, не дает значительного увеличения крошковатости. Хлеб, обогащенный КОД 1 и КОД 2, в целом сохраняется лучше, без изменений состояния мякиша.

При разработке технологии особый интерес представляли фактические потери микронутриентов при выпечке. Результаты показали, что потери селена как при использовании селенопирана в качестве монодобавки, так и в составе КОД соответствуют литературным данным и в среднем составили 49–50 %. Потери йода при использовании йодида калия в составе КОД на 8–9 % ниже, чем при моновнесении, и также составляют 49–50 %.

На основании полученных результатов разработаны рецептуры и технологии комплексных ОД «Фиосел» и «Фиосел 1». В качестве наполнителей выбраны сахарная пудра и водно-жировая эмульсия соответственно.

Технологическая схема производства разработанных добавок предусматривает следующее:

– для КОД «Фиосел»: в связи с особенностями распределения микронутриентов предполагается производство в аптечной сети по договору с предприятием. Приготовление КОД осуществляется по технологии производства аптекарских порошков и включает этапы: растирание ½ части сахара, постепенное введение селенопирана, йодида калия, затем дробными порциями остальное количество сахара в виде сахарной пудры, тщательное перемешивание до полной однородности смеси, упаковка и маркировка. Объем разовой партии 1 кг;

– для КОД «Фиосел 1»: предполагается производство в лаборатории хлебопекарного предприятия. Технологический процесс включает следующие этапы: приготовление водно-жировой эмульсии (состав: вода 70 %, масло растительное 27 %, лецитин 3 %), добавление селенопирана и йодида калия, перемешивание в течение 5–10 мин при частоте 1000–3000 об/мин.

Изучены показатели качества, в том числе сохранность йода и селена в КОД в процессе хранения (результаты представлены в табл. 3 и 4).

Таблица 3

Сохранность йода и селена в КОД «Фиосел» в процессе хранения, T = 18–22 °C, φ ≤ 75 %, n = 3

Показатель	Срок хранения, мес.					
	0	2	4	6	8	10
Содержание йода, мг/100 г	2,99±0,01	2,97±0,05	2,97±0,01	2,91±0,02	2,85±0,05	2,84±0,01
Содержание селена, мг/100 г	1,42±0,01	1,42±0,02	1,38±0,05	1,38±0,03	1,36±0,05	1,32±0,01

Таблица 4

Сохранность йода и селена в КОД «Фиосел 1» в процессе хранения, Т = 2–6 °С, φ ≤ 85 %, n = 3

Показатель	Срок хранения, сут.					
	0	2	4	6	8	10
Содержание йода, мг/100 г	2,99±0,01	2,99±0,05	2,97±0,01	2,94±0,02	2,94±0,05	2,92±0,01
Содержание селена, мг/100 г	1,43±0,02	1,42±0,02	1,42±0,05	1,38±0,03	1,37±0,05	1,37±0,01

Установлено, что в процессе хранения органолептические показатели КОД «Фиосел» не изменились, а у КОД «Фиосел 1» по истечении 7 суток наблюдается расслоение водно-жировой эмульсии. Микробиологические показатели оставались в норме.

На основании полученных результатов установлены следующие режимы и сроки хранения:

– для КОД «Фиосел»: 6 месяцев при Т = 18–22 °С, φ ≤ 75 %;

– для КОД «Фиосел 1»: 7 суток при Т = 2–6 °С, φ ≤ 85 %.

Для разработанных КОД установлены регламентируемые показатели качества, которые представлены в табл. 5.

Таблица 5

Регламентируемые показатели качества комплексных обогащающих добавок

Показатель	«Фиосел»	«Фиосел 1»
Внешний вид	Однородный порошок слегка желтоватого цвета	Однородная эмульсия желтоватого цвета
Запах	Без запаха	Без запаха
Содержание йода, мг/100 г	1,7–1,9	1,7–1,9
Содержание селена, мг/100 г	1,3–1,5	1,3–1,5
Размер частиц, мм, не более	0,16	–
Содержание примесей	Не допускается	Не допускается

Разработаны рекомендации по применению обогащающих добавок в производстве хлебобулочных изделий: КОД «Фиосел» – 1,1–1,5 кг на 100 кг муки; КОД «Фиосел 1» – 1,1–1,5 кг на 100 кг муки.

Обогащенные йодом и селеном хлебобулочные изделия являются средством профилактики йод- и селендефицитных состояний населения, проживающего в эндемичных по данным нутриентам регионах. При маркировке хлебобулочных изделий, обогащенных комплексными добавками с йодом и селеном, дополнительно указывается содержание этих нутриентов в порции/100 г изделия, а также имеющиеся противопоказания к употреблению (индивидуальная непереносимость, обязательная консультация с врачом лицам с заболеваниями щитовидной железы).

Проведен расчет себестоимости КОД «Фиосел» и КОД «Фиосел 1», а также отпускной цены обогащенного хлеба. Себестоимость 1 кг КОД «Фиосел» составила 80 руб., КОД «Фиосел 1» – 30 руб. Применение КОД «Фиосел» и КОД «Фиосел 1» увеличит стоимость единицы изделия на 0,09–0,4 руб., следовательно, производство обогащенного комплексными добавками хлеба можно считать экономически целесообразным.

Список литературы

1. Дурнев, А.Д. Функциональные продукты питания / А.Д. Дурнев, Л.А. Оганесянц, А.Б. Лисицын // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 9. – С. 15–21.

2. Блинков, И.Л. Микроэлементы: краткая клиническая энциклопедия / И.Л. Блинков, А.К. Стародубцев, С.Ш. Сулейманов, Е.В. Ших. – Хабаровск: Издат. центр, 2004. – С. 210.

3. Галочкин, В.А. Селенопиран – новый высокоэффективный антиоксидант / В.А. Галочкин, А.Ф. Блинохватов, Г.И. Боряев и др. // Биоантиоксидант: V Междунар. конф. – М., 1998. – С. 19–21.

4. Голубкина, Н.А. Оценка селенового статуса организма при приеме селенопирана / Н.А. Голубкина и др. // Микроэлементы в медицине. – № 6. – С. 33–36.

5. Пащенко, Л.П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий / Л.П. Пащенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова, Е.И. Пономарева, С.И. Лукина. – М.: КолосС, 2006. – 215 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

N.I. Davydenko

THE DEVELOPMENT OF A COMPLEX ADDITIVE FOR BREAD ENRICHMENT WITH SELENIUM AND IODINE

The mutual influence of selenopiran and potassium iodide in model solutions is studied. The formula and technology of the complex enriching additives (CEA) for bakery products are developed, modes and periods of storage are established. High storability of iodine and selenium in bread after baking is shown. Positive influence of the CEA on consumer properties of bread in the course of storage is established.

Iodine, selenium, deficiency, complex enriching additive, bread, quality indices.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru