

УДК 662.292

UDC 662.292

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ПЕКТИНОСОДЕРЖАЩИХ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ НА
ОСНОВЕ ТОМАТНОГО СОКА**

**DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF
FUNCTIONAL BEVERAGES CONTAINING
PECTIN BASED ON TOMATO JUICE**

Лимарева Наталья Сергеевна
к.т.н., доцент
*Северо - Кавказский Федеральный университет
Филиал в Пятигорске, Россия*

Limareva Natalia Sergeevna
Cand.Sci.Tech., associate professor
*North Caucasus Federal University, Pyatigorsk,
Russia*

Донченко Людмила Владимировна
д.т.н., профессор
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Donchenko Lyudmila Vladimirovna
Dr.Sci.Tech., professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье представлены данные по разработке технологии напитков на основе томатного сока с использованием яблочного и свекловичного пектиновых концентратов

This article is about the development of functional beverages technology based on using tomato juice with apple and beetroot pectin concentrates

Ключевые слова: ПЕКТИН, ПЕКТИНОВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ, ПЕКТИНОСОДЕРЖАЩИЕ НАПИТКИ, ТЕХНОЛОГИЯ

Keywords: PECTIN, PECTIN CONCENTRATE, BEVERAGE CONTAINING PECTIN, TECHNOLOGY

Пищевой рацион населения России характеризуется рядом негативных тенденций, основной из которых является нарушение структуры питания: низкий уровень потребления витаминов, ряда минеральных веществ, пищевых волокон и растительных жиров на фоне снижения среднелюдиного потребления энергии. Дополнительным фактором, увеличивающим риск возникновения заболеваний, является повсеместное ухудшение экологического состояния окружающей среды [1].

В настоящее время естественный радиоактивный фон в результате деятельности человека качественно и количественно изменился. Повышение естественного радиационного фона под влиянием новых видов технологической деятельности человека получило название «техногенно усиленного фона». Примерами такой деятельности являются широкое применение минеральных удобрений, содержащих примеси урана (например, фосфатных); увеличение добычи урановых руд; массовое увеличение числа авиационных перевозок, при которых космическое

облучение растет. Ухудшение экологических условий во многих районах СНГ (особенно после чернобыльской катастрофы), сопровождающееся загрязнением окружающей среды и пищевых продуктов токсическими веществами и радионуклидами, требует, помимо обеспечения безопасности продуктов питания, также проведения профилактических мероприятий, что в свою очередь обуславливает необходимость расширения производства пектина как природного детоксиканта [1].

Эффективными сорбентами радиоактивных металлов являются ферроцианиды, альгинаты, высококислотные полисахариды. Предпочтительнее применение радиопротекторов природного происхождения, не обладающих побочным действием на организм и проявляющих достаточно выраженный радиозащитный эффект. К числу таких радиопротекторов относятся пектиновые вещества, содержащие свободные карбоксильные группы галактуроновой кислоты, способные к связыванию радионуклидов с образованием нерастворимых комплексов, не всасываемых и выводимых из организма. Эти свойства пектиновых веществ позволили использовать их в профилактическом и лечебном питании [1, 2]. Оптимальная профилактическая доза пектина в условиях радиоактивного загрязнения составляет не менее 15-16 г.

Проведенный анализ пищевого статуса населения России показал необходимость его коррекции. При этом с учетом сложившейся экологической ситуации актуальность расширения ассортимента и увеличения объемов пектиносодержащей продукции несомненна.

Пектиновые вещества определяют как группу гетерополисахаридов сложного строения, основу которых составляют молекулы D-галактуроновой кислоты, гликозидно связанные между собой α - 1 \rightarrow 4 – связями в полигалактуроновую кислоту. Часть карбоксильных групп ее этерифицирована метанолом, часть вторичных спиртовых групп может быть ацелирована. В полимерную линейную молекулу главной цепи

неравномерно через α - 1,2-гликозидную связь включаются молекулы L-рамнозы, придавая ей зигзагообразный характер. В виде боковых цепочек к основной макромолекуле присоединяются ксилоза, арабиноза, галактоза, посредством которых молекула пектина и связывается с молекулами целлюлозы в растительных тканях. Гетерополисахаридный характер пектина обусловлен присутствием трех структурных единиц: пектовой кислоты, галактана и арабинана. Пектовая кислота, кроме D-галактуроновой кислоты включает нейтральные сахара: L-арабинозу, D-галактозу, D-рамнозу [3].

Одним из важнейших свойств пектиновых веществ для организации лечебно-профилактического питания является их комплексообразующая способность, основанная на взаимодействии молекулы пектина с ионами тяжелых и радиоактивных металлов. Это свойство дает основание рекомендовать пектин для включения в рацион питания лиц, находящихся в среде, загрязненной радионуклидами и имеющих контакт с тяжелыми металлами. Для организма человека особенно опасны долгоживущие изотопы цезия (Cs^{137}), стронция (Sr^{90}), иттрия (Ir^{91}) и др. Экскреция пектина по отношению к введенной дозе Cs^{137} составляет 8,4 % , стронция – 52,6 [3].

В пищевой промышленности пектиновые вещества применяют в основном для производства фруктовых консервов, желе и джемов. Однако обеспечить потребление суточной профилактической дозы пектина за счет изделий с высоким содержанием сахара невозможно. Необходимо расширить ассортимент пектиносодержащих пищевых изделий за счет продуктов потребляемых ежедневно. Такими пищевыми изделиями могут являться напитки на основе овощных соков специального назначения с использованием пектинопродуктов, причем при разработке технологии такой продукции параллельно может быть решена проблема внедрения малоотходных и безотходных технологий.

Исходя из изложенного, задачей нашего исследования явилась разработка рецептур и технологий производства напитков на основе овощных соков функционального назначения, содержащих пектиновые экстракты.

В качестве объектов исследований были выбраны пектиновые концентраты и овощное сырье. На первом этапе исследований необходимо было изучить исходное содержание пектиновых веществ в овощах: томаты, кабачки, огурцы, перец сладкий. Содержание растворимого пектина, протопектина и суммы пектиновых веществ в овощах определялось объемным методом. Данные исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание пектиновых веществ в овощном сырье на сырую массу

Наименование сырья	Содержание, %			
	сухие вещества	растворимый пектин	протопектин	сумма пектиновых веществ
Перец сладкий	8,4	0,17	0,55	0,72
Кабачки	6,5	0,21	0,31	0,52
Томаты	7,8	0,15	0,45	0,60
Огурцы	3,8	0,08	0,17	0,25

Экспериментальные данные содержания пектиновых веществ в объектах исследования в % на массу сухих веществ приведены на рисунке 1.

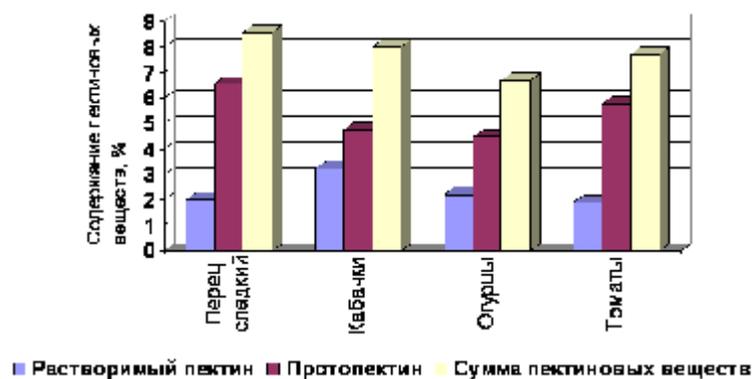


Рисунок 1 - Содержание пектиновых веществ в овощном сырье в пересчете на абсолютно сухую массу, %

Из представленных данных видно, что содержание растворимого пектина в исследуемом сырье при пересчете на абсолютно сухую массу колеблется от 1,92 до 3,23 %, а протопектина - от 4,47 до 6,55 %. Лидером по количеству растворимого пектина являются кабачки, наименьшее содержание растворимого пектина наблюдается в томатах (1,92%) . Следует отметить, что содержание протопектина в овощном сырье находится на уровне 5-6 % (томаты, кабачки, перец сладкий). Общее содержание пектиновых веществ колеблется в среднем от 6 до 8 %.

Полученные данные позволяют сделать вывод о целесообразности использования исследуемого сырья для производства пектиносодержащих продуктов, в частности овощных напитков, так как рассматриваемое сырье помимо пектиновых содержат ряд других биологически активных веществ, оказывающих влияние на лечебные и профилактические свойства продукта.

Следует отметить, что при исследовании количества пектиновых веществ в овощах значение имеет не только конкретное содержание

растворимого пектина и протопектина, но и соотношение этих веществ в продукте, а также доля протопектина в общем количестве пектиновых веществ, поскольку эти значения связаны с изменениями содержания протопектина вследствие его гидролиза при технологической обработке. Данные по соотношениям растворимый пектин (РП) /протопектин (ПП) и протопектин (ПП)/сумма пектиновых веществ (ПВ) представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Соотношение пектиновых веществ в овощном сырье

Наименование сырья	РП/ПП	ПП/ПВ
Перец сладкий	0,30	0,76
Кабачки	0,68	0,60
Томаты	0,33	0,75
Огурцы	0,47	0,68

Как видно из данных таблицы 2, в большинстве видов исследуемого сырья содержание протопектина преобладает над содержанием растворимого пектина, и составляет большую часть в общей сумме пектиновых веществ. Как показали многочисленные исследования, время доведения до готовности овощей зависит от содержания протопектина и степени его изменения в процессе гидротермической обработки, поэтому овощное сырье с преобладанием протопектина, в частности перец сладкий, следует подвергать более длительной технологической обработке.

Полученные нами экспериментальные данные о фракционном составе пектиновых веществ определили необходимость оптимизации

технологических параметров производства пектиносодержащих консервных изделий с целью сохранения их функциональных свойств.

Для разработки рецептур напитков функционального назначения в качестве основных компонентов использовали томатный сок и пектинопродукты – свекловичный и яблочный пектиновый концентраты. В качестве дополнительного сырья использовали пюре из красного перца, огуречный сок, пюре из кабачков, сельдерей.

С целью определения оптимальной концентрации пектиновых концентратов готовили опытные образцы напитков - модельные рецептуры с соотношением пектинового концентрата и овощного сока 1:3; 1:2; 1:1; 2:1; 3:1. Полученные модельные образцы напитков оценивались по органолептическим показателям по 5-ти бальной шкале.

Результаты оценки дегустационной комиссии напитков на основе томатного сока показали, что внешний вид и цвет напитков при использовании яблочного пектинового концентрата меняется незначительно и оценка колеблется от 4,5 до 4,9, наилучшая при соотношении 1:1. Добавление свекловичного пектинового концентрата в сок приводит к потемнению готового продукта, что отрицательно сказывается на его органолептической оценке – 3,6-3,8 балла при увеличении соотношения концентрата и сока более чем 1:1. Таким образом, в результате оценки органолептических показателей можно сделать вывод, что оптимальное соотношение яблочного концентрата и томатного сока 1:1, свекловичного концентрата и томатного сока 1:2.

С целью расширения ассортимента пектиносодержащих функциональных напитков нами проведены исследования по конструированию напитков на основе томатного сока. В результате разработаны следующие напитки – «Томатный», «Молодость с пектином», «Огуречный пектиновый», «Особый с пектином», «Ароматный пектиновый».

Для производства напитка «Молодость с пектином» томаты моют, инспектируют, дробят, дробленную массу подогревают до температуры 70-72°C и отделяют из них сок на сдвоенной протирочной машине с диаметром отверстий сит в последнем барабане 0,5 мм. Кабачки подвергают подготовке, нарезают на кружки, бланшируют острым паром в дигестере при температуре 95-105°C и протирают на сдвоенной протирочной машине с диаметром отверстий сит в последнем барабане 0,5 мм с получением пюре. Сельдерей подвергают сортировке, мойке, инспекции, измельчают на корнерезке, бланшируют острым паром в дигестере и протирают на сдвоенной протирочной машине с получением пюре. Перец красный сладкий моют, вырезают семенники, бланшируют и протирают. Смесь готовят в соответствии с рецептурой, гомогенизируют, расфасовывают, герметизируют и стерилизуют.

Особенность технологии напитка «Ароматный пектиновый» заключается в использовании в качестве ароматической добавки масла укропа. В качестве дополнительного сырья для напитка «Особый» использовали пюре из красного сладкого перца. Напиток «Огуречный пектиновый» включает в себя помимо томатного сока, пюре из красного сладкого перца и огуречный сок.

Поскольку пектин является функциональным ингредиентом разработанных напитков, было проведено исследование содержания в них пектиновых веществ, а также определены физико-химические показатели напитков. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Физико-химические показатели напитков на основе томатного сока

Наименование	Вид пектинового экстракта	Содержание, %		
		Сухие вещества	Кислотность в пересчете на яблочную кислоту	Пектиновые вещества
Томатный пектиновый	яблочный	11,5	1,2	2,12
	свекловичный	8,9	1,0	1,53
Ароматный пектиновый	яблочный	11,9	1,4	2,29
	свекловичный	9,1	1,0	1,61
Особый с пектином	яблочный	12,1	1,2	2,32
	свекловичный	6,4	1,0	1,68
Огуречный пектином	с яблочный	11,3	1,1	2,32
	свекловичный	9,3	0,9	1,57
Молодость пектином	с яблочный	12,29	1,0	2,35
	свекловичный	9,24	0,7	1,60

Содержание пектиновых веществ в разработанных напитках на основе яблочного пектинового концентрата составляет от 2,12 до 2,35 %, в напитках на основе свекловичного концентрата – от 1,53 до 1,68 %.

Для разработки функциональных пектиносодержащих продуктов необходимо проследить за изменением содержания пектиновых веществ в процессе технологической обработки, в частности, стерилизации консервов. Температура и продолжительность стерилизации являются одними из основных факторов, определяющих бактериологическую безопасность готовых изделий. Пектин - термолабильное вещество, при температуре выше 100°C претерпевает значительные изменения. Поэтому с целью повышения пищевой ценности нами проведены исследования по

возможным изменениям продолжительности и температуры стерилизации. Объектами исследования являлся томатный сок (контроль) и томатный сок с пектиновым концентратом.

Образцы соков стерилизовали в автоклаве при постоянной продолжительности, варьируя значения температуры от 120 до 105°C. Затем проводили исследование на содержание растворимого пектина, протопектина. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание пектиновых веществ в опытных образцах томатного сока в процессе стерилизации при различных режимах

№ образца	Вид пектина	Содержание пектиновых веществ, %			
		$\tau=15$ мин, $t=120^{\circ}\text{C}$	$\tau=15$ мин, $t=115^{\circ}\text{C}$	$\tau=15$ мин, $t=110^{\circ}\text{C}$	$\tau=15$ мин, $t=105^{\circ}\text{C}$
контроль	-	0,017	0,042	0,09	0,13
1	яблочный	1,14	1,46	1,59	1,82
2	свекловичный	0,85	1,14	1,18	1,33

Из данных таблицы 4 следует, что добавления всех видов пектина ведет к значительному повышению содержания пектиновых веществ в готовом продукте. Так при нормативном режиме стерилизации количество пектиновых веществ увеличивается от 0,017% (контрольный образец) до 1,14 (образец с пектиновым концентратом).

Данные по содержанию пектиновых веществ в опытных образцах томатного сока при разной продолжительности стерилизации представлены в табл. 5.

Таблица 5 - Содержание пектиновых веществ в опытных образцах томатного сока при разном времени стерилизации

№ образца	Вид пектина	Содержание пектиновых веществ, %		
		$\tau=15$ мин, $t=120^{\circ}\text{C}$	$\tau=10$ мин, $t=120^{\circ}\text{C}$	$\tau=5$ мин, $t=120^{\circ}\text{C}$
контроль	-	0,017	0,065	0,130
1	яблочный	1,14	1,46	1,92
2	свекловичный	0,85	1,10	1,30

Из таблицы следует, что при уменьшении продолжительности стерилизации в томатном соке с пектиновыми концентратами происходит увеличение содержания пектиновых веществ до 1,3 и 1,9%. Высокое содержание пектиновых веществ в напитках, подвергшихся стерилизации в течение 5 мин при температуре 120°C обусловило необходимость оценки их микробиологической стабильности в процессе хранения.

При проведении микробиологического контроля разработанных изделий после 24 месяцев хранения определяли количество мезофильных аэробных, факультативно-анаэробных (МАФАНМ) бактерий, а также наличие дрожжей и плесневых грибов. В результате определены наилучшие режимы стерилизации, обеспечивающие безопасность напитков на протяжении всего срока хранения и высокое содержание пектиновых веществ в готовом продукте.

С целью определения функциональных свойств нами проведены исследования по определению комплексообразующей способности разработанных напитков. Полученные данные представлены на рисунке 2.

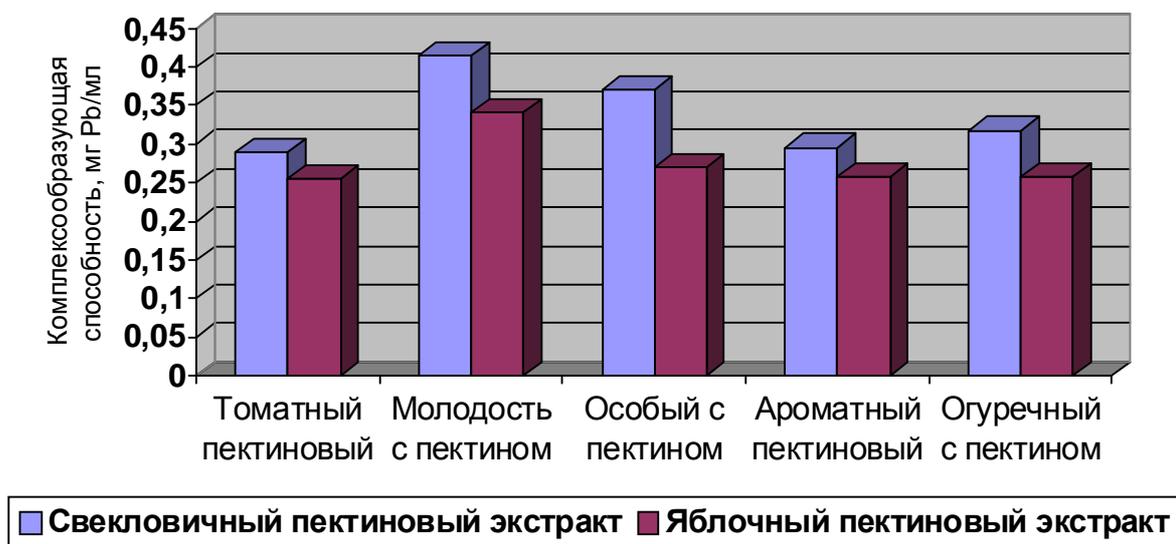


Рисунок 2 – Значение комплексообразующей способности овощных напитков, (мг Pb²⁺/ мл напитка)

Из рисунка 6 следует, что в результате включения в компонентный состав напитков пектиновых концентратов комплексообразующая способность овощных соков увеличивается. Причем этот показатель выше для напитков со свекловичным пектином. Учитывая высокую комплексообразующую способность, данные консервные изделия могут быть отнесены к продуктам профилактического и лечебного питания.

Для оценки пищевой ценности и функциональной направленности разработанных напитков нами проведены исследования по определению содержания минеральных веществ, углеводов и органических кислот.

Минеральные вещества выполняют пластическую функцию в процессах жизнедеятельности человека и построении костной ткани. Минеральные вещества участвуют в важнейших обменных процессах организма - водно-солевом, кислотно-щелочном, поддерживают

осмотическое давление в клетках, влияют на иммунитет, кроветворение и свертываемость крови. Многие ферментативные процессы в организме невозможны без участия тех или иных минеральных веществ. Примерно треть всех ферментов содержит в своем составе металл или активируется металлом.

Одним из важных межклеточных и внутриклеточных элементов, участвующий в создании необходимой буферности крови, регуляции кровяного давления, водного обмена является натрий.

Калий в некоторых физиологических процессах выступает как антагонист натрия, и увеличение концентрации калия приводит к выделению натрия из организма. Уменьшение содержания калия в организме приводит к мышечной слабости, сонливости, потере аппетита и появлению аритмий. Для ликвидации этих симптомов назначают диету с богатыми калием продуктами.

Кальций необходим для поддержания нервно-мышечной возбудимости, он участвует в процессе свертываемости крови, оказывает влияние на проницаемость клеточных оболочек.

Магний обладает сосудорасширяющим действием, стимулирует перистальтику кишечника и повышает желчеотделение. Имеются данные о холестеринпонижающем влиянии этого элемента. Ионы магния принимают участие в углеводном и фосфорном обмене. Важная роль отводится магнию в регуляции деятельности нервной системы. При недостатке магния в почках развиваются дегенеративные изменения с нефротическими явлениями.

Овощное сырье рассматривается в рационе питания человека как источник таких минеральных веществ как натрий, калий, кальций, магний. Результаты исследования содержания этих микроэлементов в разработанных напитках представлены в табл. 6.

Таблица 6 – Содержание микроэлементов в напитках на основе томатного сока

Наименование напитков	Вид пектина	Натрий, мг/100 г	Калий, мг/100 г	Кальций, мг/100 г	Магний, мг/100 г
Томатный пектиновый	яблочный	428	132	13	14
	свекловичный	346	156	9	10
Ароматный пектиновый	яблочный	430	144	14	14
	свекловичный	350	165	10	10
Особый пектином	с яблочный	431	150	15	15
	свекловичный	351	172	10	10
Молодость пектином	с яблочный	433	126	15	14
	свекловичный	352	141	12	9
Огуречный пектином	с яблочный	430	120	16	13
	свекловичный	350	135	12	8

Полученные данные позволяют сделать вывод о целесообразности применения напитков в питании, как источника минеральных веществ. Так напитки на основе свекловичного пектинового концентрата отличаются повышенным содержанием калия (135-172 мг/100г напитка) по сравнению с напитками на основе яблочного концентрата (120-150 мг/100г напитка). В тоже время содержание натрия в напитках со свекловичным концентратом меньше, чем в напитках с яблочным – 346-352 мг/100г и 428-433 мг/100г соответственно. Что касается кальция и магния, то более высокое их содержание наблюдается в напитках на основе яблочного пектинового концентрата. Полученные данные необходимо учитывать при рекомендациях для включения разработанных напитков в различные рационы питания.

Углеводы необходимы для биосинтеза нуклеиновых кислот, заменимых аминокислот как составная структурная часть клеток. Они имеют и определенное пластическое значение, входя в состав гормонов, ферментов и секретов слизистых желез. С этой целью нами проведены

исследования по определению содержания моносахаридов в разработанных напитках (табл.9).

Регуляторная функция углеводов разнообразна. Они противодействуют накоплению кетоновых тел при окислении жиров, регулируют обмен углеводов и деятельность центральной нервной системы. Важную роль играют углеводы, выполняя защитные функции.

Потребление глюкозы и фруктозы - двух наиболее распространенных в природе моносахаридов - достигает 20% общего потребления углеводов. Из кишечника углеводы всасываются в кровь только в виде глюкозы и фруктозы. Глюкозу в качестве питательного материала в организме человека используют исключительно нервные клетки, мозговое вещество почек и эритроциты.

Таблица 7 – Содержание сахаров в напитках на основе томатного сока

Наименование напитков	Вид пектина	Фруктоза, г/100 г	Глюкоза, г/100 г
Томатный пектиновый	яблочный	1,4380	1,0250
	свекловичный	1,1170	0,879
Ароматный пектиновый	яблочный	1,4250	0,9980
	свекловичный	0,9750	0,6480
Особый с пектином	яблочный	1,4338	0,9888
	свекловичный	0,879	0,5470
Молодость с пектином	яблочный	1,7064	2,0300
	свекловичный	1,2450	1,5890
Огуречный с пектином	яблочный	1,4110	0,9870
	свекловичный	0,9570	0,5427

Из данных таблицы 7 следует, что более высокое содержание фруктозы и глюкозы наблюдается в напитках на основе яблочного пектинового концентрата.

Значение пищевых кислот в питании человека определяется их энергетической ценностью и участием в обмене веществ. Обычно они не вызывают дополнительной кислотной нагрузки в организме, окисляясь при обмене веществ с большой скоростью. Основная функция органических кислот, входящих в состав пищи, связана с участием процесса пищеварения. К таким функциям органических кислот относятся: активация перистальтики кишечника; стимуляция секреции пищеварительных соков; влияние на формирование определенного состава микрофлоры путем снижения рН среды; торможение развития гнилостных процессов в толстом кишечнике [4]. Содержание органических кислот в разработанных напитках представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Содержание органических кислот в напитках на основе томатного сока

Наименование напитков	Вид пектина	Яблочная, г/100г	Лимонная г/100
Томатный пектиновый	яблочный	0,457	2,482
	свекловичный	0,321	2,015
Ароматный пектиновый	яблочный	0,429	2,651
	свекловичный	0,310	2,020
Особый с пектином	яблочный	0,501	3,038
	свекловичный	0,379	2,145
Молодость с пектином	яблочный	1,437	1,860
	свекловичный	1,378	1,215
Огуречный с пектином	яблочный	0,350	1,980
	свекловичный	0,270	1,317

Из представленных данных следует, что содержание яблочной кислоты в напитках на основе яблочного концентрата колеблется от 0,350 до 1,437 %, лимонной – от 1,860 до 3,038%. В напитках на основе свекловичного концентрата органических кислот содержится меньшее количество: лимонной - от 1,215 до 2,020 %, яблочной – от 0,270 до 1,378 %.

Таким образом, разработанные напитки могут быть рекомендованы для ежедневного питания, как пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов, снижающих риск развития ряда заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды токсическими веществами и радионуклидами.

Список литературы

1. Донченко Л.В. Надыкта В.Д. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания. М.: ДеЛи принт, 2007. 539 с.
2. Трахтенберг И.М., Галакин Ю.Н., Пескова Г.Е. и др. О профилактическом применении пектина при профессиональных заболеваниях //Гигиена труда и проф. заболеваний, 1988.№ 7. С. 33-36.
3. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов. Учебное пособие. М.: ДеЛи, 2000. 253 с.
4. Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. СПб.:ГИОРД, 2007. 640 с.