

Досліджено можливість регулювання міцнісних характеристик мармеладного драглю з різним співвідношенням цукристих компонентів, що використовувались, шляхом корегування його кислотності в залежності від в виду структуроутворювача. Вивчено вплив зміни рецептурного складу двошарового мармеладу на його структурно-механічні, фізико-хімічні та органолептичні властивості. Показана доцільність та розроблені рекомендації щодо зміни кількості кислоти в рецептурі желейного мармеладу на агарі та на пектині в залежності від його вуглеводного складу

Ключові слова: двошаровий мармелад, агар, пектин, крохмальні сиропи, фруктоза, полідекстроза, рН середовища, кислота, міцність, показники якості

Исследована возможность регулирования прочностных характеристик мармеладного студня с различным соотношением используемых сахаристых компонентов путем корректирования его кислотности в зависимости от вида студнеобразователя. Изучено влияние изменения рецептурного состава двухслойного мармелада на его структурно-механические, физико-химические и органолептические свойства. Показана целесообразность и разработаны рекомендации по изменению количества кислоты в рецептуре желейного мармелада на агаре и на пектине в зависимости от его углеводного состава

Ключевые слова: двухслойный мармелад, агар, пектин, крахмальные сиропы, фруктоза, полидекстроза, рН среды, кислота, прочность, показатели качества

УДК 664.858:005.336.3

DOI: 10.15587/1729-4061.2016.65768

РЕГУЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЙНОГО МАРМЕЛАДА С ИЗМЕНЕННЫМ УГЛЕВОДНЫМ СОСТАВОМ

Е. Г. Иоргачева

Доктор технических наук, профессор*

E-mail: iorgachova@gmail.com

К. В. Аветисян

Кандидат технических наук, ассистент*

E-mail: karkush@ukr.net

*Кафедра технологии хлеба,
кондитерских, макаронных изделий и
пищеконцентратов

Одесская национальная
академия пищевых технологий
ул. Канатная, 112,

г. Одесса, Украина, 65039

1. Введение

На рынке кондитерских изделий наблюдается положительная динамика производства пастило-мармеладных изделий (ПМИ), что возможно обусловлено позиционированием их как полезных и легких сладостей из высококачественного натурального сырья, а также ценовым преимуществом (как недорогостоящие изделия). При этом, в условиях жесткой конкуренции, производитель находится в постоянном поиске новых форм, вкусов и даже новых видов изделий, разрабатывая и совершенствуя рецептуры и технологии.

Среди приоритетных направлений расширения и совершенствования ассортимента и технологии ПМИ можно выделить следующие:

- внедрение инновационных технологий для расширения ассортимента ПМИ изделий с учетом рыночного спроса;
- создание изделий с повышенной пищевой и биологической ценностью;
- создание изделий со сниженным содержанием сахара или без него;
- создание ПМИ специального назначения;
- поиск и использование новых сырьевых ингредиентов, дающих возможность изменять либо регулировать структуру полуфабрикатов и готовых изделий, улучшая их органолептические свойства.

Безусловно, выбор потребителя предопределяется органолептическими свойствами мармелада, которые во многом обусловлены содержанием наиболее весомого компонента – сахарозы, которая формирует не только вкус изделий, но и обеспечивает необходимую структуру и прочность. При этом, на формирование как текстурных, так и вкусовых свойств готовых изделий существенное влияние оказывает количество вносимой кислоты и вкусо-ароматических компонентов. Поэтому при использовании новых сырьевых ингредиентов для расширения ассортимента ПМИ со сниженным содержанием сахара или без него необходимо на основании изучения их влияния на структурно-механические и физико-химические показатели качества готовых изделий установить возможные пути их регулирования.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Двухслойный мармелад относится к комбинированным кондитерским изделиям и состоит из полуфабрикатов с различными структурными и органолептическими свойствами: прозрачного – желейного слоя со сплошной структурой геля, и сбивного – ячеисто-пористого в виде пены.

Процесс и условия образования студня в мармеладных изделиях, при котором происходит появле-

ние и постепенное упрочнение в застудневающей системе пространственной сетки, зависит от природы студнеобразователя (молекулярной массы, степени разветвления, природы мономерных звеньев и функциональных групп, их расположения в молекуле). Поэтому при выборе студнеобразователей, способствующих созданию заданных текстурных характеристик, в случае разработки новых видов желейной продукции, необходимо учитывать их свойства, поскольку получение желаемой текстуры изделия (его консистенции и структуры) – это всегда влияние множества факторов, привносимых рецептурными компонентами [1].

В Украине при получении ПМИ наиболее широкое применение нашли такие студнеобразователи как агар и пектин. Для обеспечения эффективности процесса их студнеобразования необходимо учитывать влияние рецептурного состава на физико-химические свойства мармеладной массы (рН среды, химический состав и др.) и, как следствие, изменение студнеобразующей способности используемого полисахарида [2].

Известно, что для студнеобразования высокоэтерифицированного пектина необходимо присутствие дегидратирующего вещества, которое способствует обезвоживанию его молекул и их связыванию водородными мостиками с образованием структурного каркаса студня. При получении желейного мармелада это обеспечивается присутствием сахарозы, которая, формируя его вкусовые качества, обуславливает получение заданных структурных характеристик [3]. Поэтому замена сахарозы другими ингредиентами (сырьевыми компонентами) оказывает существенное влияние на показатели качества готовых изделий [4]. К натуральным видам сырья, которое широко применяется вместо сахара в различных отраслях пищевой промышленности, относятся крахмальные сиропы с различным углеводным составом [5]. Однако использование их при полной замене сахара приводит к снижению прочности пектинового студня [6]. Причем степень такого влияния существенно зависит от соотношения и гидратационной способности присутствующих в сиропе сахаров (глюкозы, мальтозы, мальтотриозы, фруктозы и декстринов) (рис. 1). Интенсивность снижения прочности увеличивается по мере увеличения в них массовой доли мальтозы и в большей степени фруктозы.

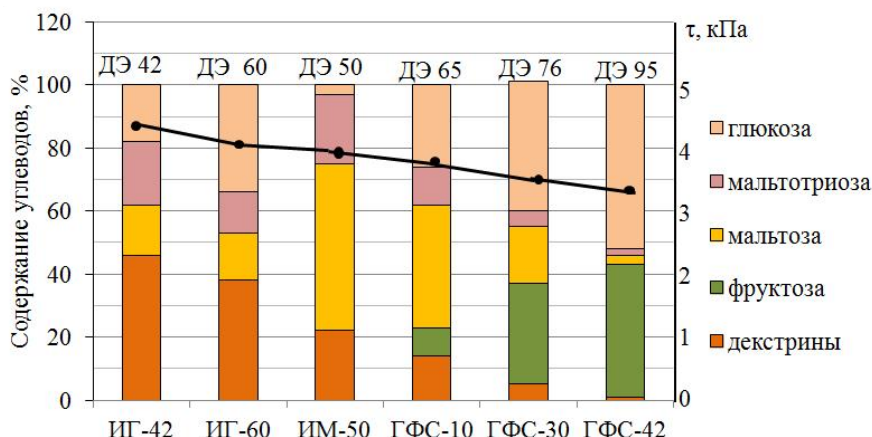


Рис. 1. Прочность пектинового студня на крахмальных сиропах с различным углеводным составом

Другим не менее важным фактором, влияющим на студнеобразование пектина, является наличие кислоты. Она обеспечивает необходимую рН среды, подавляя диссоциацию карбоксильных групп. Это предотвращает отталкивание пектиновых цепочек и обеспечивает условия для пространственного сближения молекул с последующим их агрегатированием. Количество дозируемой в мармеладной массе кислоты зависит от ее природы, массовой доли и качества пектина, а также от содержания дегидратирующих сахаров [7]. Оптимальный уровень рН среды, создающий благоприятные условия для образования студня с заданными структурно-механическими свойствами, варьируют в широком диапазоне – от 2,8 до 3,4 и во многом определяется суммарной степенью гидратации используемых сахаров, которая зависит от их состава и соотношения [8].

При получении мармелада на агаре сахароза не является необходимым условием желирования, но при этом способствует повышению прочности студня, обеспечивая традиционный сладкий вкус готовых изделий. В данных изделиях кислота выступает только в роли вкусового компонента и обуславливает их приятные органолептические свойства. При этом добавление ее в мармеладные массы на агаре неблагоприятно сказывается на их прочности [9].

Для расширения сырьевой базы при производстве ПМИ и ассортимента продукции предварительными исследованиями показана возможность получения мармеладного студня на агаре и на пектине при замене глюкозы, патоки и сахара на крахмальные сиропы, для регулирования прочностных характеристик которых рекомендовано использовать полидекстрозу [6]. Как текстурный и влагоудерживающий компонент, она используется при разработке изделий со сниженным содержанием сахара или без него [10]. Сочетание же фруктозы с полидекстрозой в рецептуре желейных масс позволит расширить ассортимент кондитерских изделий диетического назначения [11]. Учитывая вышесказанное, представляет интерес изучение влияния такого фактора как количество кислоты на структурные, органолептические, а также физико-химические показатели качества желейных изделий с измененным углеводным составом.

3. Цель и задачи исследований

Целью настоящих исследований было установить (изучить) комплексное (совместное) влияние рН среды и углеводного состава на показатели качества двухслойного мармелада на разных студнеобразователях.

Для достижения поставленной цели предусмотрено решение следующих задач:

– на основании изучения влияния рН среды на прочность студня обосновать количество кислоты в рецептуре мармелада на пектине с различным содержанием сахаристых компонентов;

Таблица 1

Состав сахаристых компонентов в образцах двухслойного мармелада

Исследуемые образцы	студне-образователь	Соотношение сладких компонентов
Контроль	агар	С:П:Г
Образец 1		С:П:ИГ-60
Образец 2		С:ИГ-60
Образец 3		½С:ИГ-60
Образец 4		¼С:ИГ-60:ПД
Образец 5		ИГ-60:ПД
Контроль	пектин	С:П
Образец 6		С:ИГ-42
Образец 7		½С:ИГ-42
Образец 8		¼С:ИГ-42:ПД
Образец 9		ИГ-42:ПД

4. Материалы и методы регулирования и определения качества желей мармелада

Отбор проб для физико-химических исследований экспериментальных образцов проводили согласно ДСТУ 4619:2006. Полуфабрикаты и готовую продукцию исследовали по ДСТУ: массовую долю сухих веществ определяли рефрактометрически по ДСТУ 4910:2008, содержание редуцирующих веществ – феррицианидным методом по ДСТУ 5059:2008, титруемую и активную кислотность определяли по ДСТУ 5024:2008. Активность воды – на приборе AquaLab 4TE [12]. Активную кислотность (рН) определяли потенциометрическим методом с использованием рН-метра ЭВ-74 [13]. Предельное напряжение сдвига определяли на пенетрометре АР-4/1 методом погружения конуса [12].

Органолептическую оценку качества двухслойного мармелада проводили согласно ДСТУ 4683:2006 и по разработанной 5-ти бальной шкале [14], которая дополнительно включала показатели упругости и эластичности.

5. Результаты исследований влияния количества кислоты и соотношения сахаристых компонентов на показатели качества двухслойного мармелада

Предварительными исследованиями показана возможность замены глюкозы, патоки и сахара на крахмальные сиропы (ИГ-42 и ИГ-60) при получении двухслойного мармелада на разных студнеобразователях. Для регулирования прочности мармелада в изделиях с заменой 75 и 100 % сахара на сиропы рекомендовано внесение 9 % и 12 % полидекстрозы (ПД) в массы на агаре и 6 % и 9 % в массы на пектине соответственно. Для получения двухслойного мармелада диетического назначения предложено использовать вместо сахара сочетание фруктозы с полидекстрозой, обеспечивающей привычные для потребителя вкусовые свойства и необходимые текстурные характеристики готовых изделий. Состав сахаристых компонентов в исследуемых образцах представлен в табл. 1.

Определение влияния количества добавляемой кислоты на концентрацию потенциалопределяющих ионов водорода в мармеладной массе и, как следствие, на прочность пектинового студня, показало, что при добавлении рецептурного количества кислоты активная кислотность контрольного образца на пектине составила 2,7...2,8. Максимальная же прочность студня для контроля, а также образца 6 с заменой патоки на КС, достигается при снижении ее количества на 8...10 % (рН 2,9...3,1) (рис. 2).

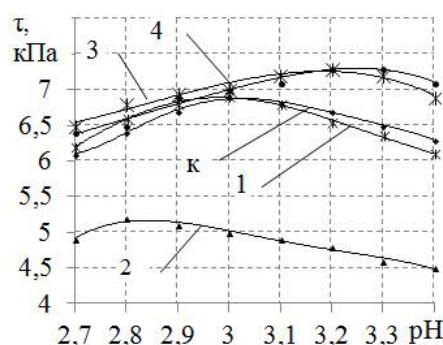


Рис. 2. Зависимость предельного напряжения сдвига от рН желей мармелада на пектине: к – контроль, 1 – образец 6, 2 – образец 7, 3 – образец 8; 4 – образец 9

Для уменьшения заряда диффузионного слоя и коагуляции пектиновых молекул в образце с заменой половины сахара на КС (образец 7) потребовалось внесение всего рецептурного количества кислоты. При этом, вероятно, преодолеваются силы отталкивания, вызванные электростатическим зарядом диссоциированных карбоксильных групп, происходит возникновение водородных связей, обеспечивающих образование трехмерного каркаса студня с наибольшей прочностью [15].

Дальнейшее увеличение содержания кислоты – до уменьшения значений рН ниже рекомендуемого диапазона, сопровождается ухудшением структурно-механических свойств мармелада. Это связано с преждевременным желированием массы, при котором происходит необратимое разрушение частично образовавшегося геля и наблюдается неомогенное, слабое желирование.

Для мармеладных масс с заменой 100 % и 75 % сахара на КС с ПД наиболее благоприятные условия образования студня обеспечиваются в интервале концентраций ионов водорода 3,2...3,3, который достигается при внесении 80 % кислоты от количества, предусмотренного рецептурой.

Анализ структурообразования пектинового студня на фруктозе (рис. 3), отличающейся меньшей гидратационной способностью [16], показал, что образование пространственной ячеистой сетки, обеспечивающей наибольшую прочность студня, происходит

Таблица 2

Прочность мармеладных масс на агаре (n=3, p≤0,05)

Количество кислоты, %	Предельное напряжение сдвига, кПа					
	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
100	10,4	11,5	11,2	8,8	10,2	9,9
75	11,6	12,5	12,1	9,5	11,1	10,6
50	12,2	13,3	12,9	10,1	11,9	11,4
25	12,6	14,0	13,7	10,6	12,1	11,9
0	13,1	14,2	13,9	10,9	12,8	12,2

при содержании рецептурного количества кислоты (рН 2,7...2,8).

Для образца на основе фруктозы с полидекстрозой, как и для контроля, рекомендуется добавление кислоты на 8...10 % меньше, чем предусмотрено рецептурой. При более высоких значениях рН происходит снижение прочности мармелада, который характеризуется «длинной», тягучей структурой.

Таким образом, изменяя количество кислоты и регулируя высоту энергетического барьера, можно управлять степенью взаимодействия пектиновых молекул и получать студни с заданными структурными свойствами [16].

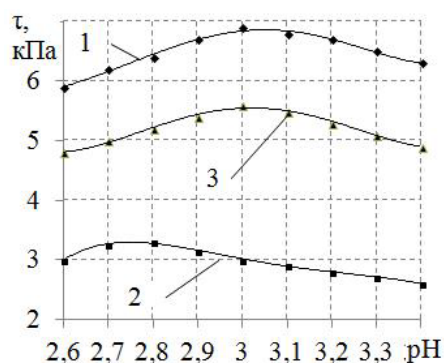


Рис. 3. Зависимость предельного напряжения сдвига от рН желейной массы: 1 – на сахарозе; 2 – на фруктозе; 3 – на фруктозе и ПД

В рецептурах мармелада на агаре рекомендуемое количество кислоты обусловлено, главным образом, необходимостью достижения желаемых органолептических показателей готовых изделий, которые должны соответствовать традиционным предпочтениям потребителей.

Снижение сладости мармеладных масс при использовании КС, коэффициент сладости которого на 53 % ниже, чем у сахарозы и на 35 % – чем у глюкозы [17], а также практически полное отсутствие сладкого вкуса у полидекстрозы, приводит к усилению восприятия кислого вкуса в исследуемых образцах, который слишком выражен при дозировке рецептурного количества кислоты. Предусмотренный ДСТУ широкий интервал значений общей кислотности в желейном мармеладе (от 7,5 до 22,5) позволяет варьировать дозировку кислоты. Поэтому для регулирования вкуса желейного мармелада при использовании крахмальных сиропов сокращали ее количество. Для изучения влияния количества используемой кислоты на органолептические свойства готовых изделий вносили 100, 75, 50, 25 и 0 % ее рецептурного количества, определяя при этом изменение прочности студня (табл. 2). Из представленных данных видно, что во всех исследуемых образцах сокращение рецептурного количества кислоты в 4 раза способствует повышению прочности на 18...22 %, в то время как полное ее исключение приводит к повышению данного значения на 23...25 %. Возможно, причиной повышения студнеобразующей способности агара является увеличение концентрации потенциалопределяющих ионов OH^- , при снижении содержания кислоты [15].

При органолептической оценке полученных образцов мармелада на агаре определяли форму, поверхность, консистенцию, цвет, запах и вкус [14].

На основании проведенных исследований установлено, что образцы с заменой глюкозы, а также глюкозы и патоки на КС (образцы 1 и 2), как и контроль, получили максимальную оценку при добавлении предусмотренного рецептурой количества кислоты. Для получения гармоничного кисло-сладкого вкуса при замене 50 % сахара потребовалось внесение 75 % от ее количества. В образцах 4 и 5 с заменой 75 % и 100 % сахара на КС и ПД наивысшую оценку получили изделия, содержащие 50 % кислоты. Это связано со значительно меньшей сладостью сиропа (практически в 2 раза) и отсутствием таковой у ПД. При этом на фоне слабовыраженного кисло-сладкого вкуса более полно раскрылся вкус и аромат наполнителя – малинового пюре.

Для обоснования оптимальной массовой доли ПД ($C_{\text{пд}}$, %) и количества кислоты ($a_{\text{к}}$, г), обеспечивающих получение мармеладного студня на пектине при использовании КС, прочность которого аналогична контролю, была проведена серия экспериментальных исследований. Для получения достоверной информации о влиянии указанных факторов на структурно-механические свойства студня был реализован двухфакторный план Бокса В₂ с дополнительной точкой в центре экспериментов.

Обработка полученных результатов методом наименьших квадратов с применением последовательного регрессионного анализа [18] с использованием пакета «Excel» позволила получить следующее уравнение регрессии:

$$y = -3,6602 - 0,0110 C_{\text{пд}} + 1,0612 a_{\text{к}} + 0,0037 C_{\text{пд}}^2 - 0,0289 a_{\text{к}}^2 + 0,0017 C_{\text{пд}} a_{\text{к}}, \quad (1)$$

где y – прочность студня, кПа; $C_{\text{пд}}$ – массовая доля полидекстрозы, %; $a_{\text{к}}$ – содержание кислоты, г.

Геометрическая интерпретация уравнения (1), дающая наглядное представление о зависимости прочности мармеладного студня от массовой доли ПД и количества кислоты, приведена на рис. 4.

Используя полученное уравнение (1) были определены массовая доля ПД и количество кислоты, которые обеспечивают получение заданной прочности мармеладного студня: $C_{\text{пд}} = 8,36$ %, $a_{\text{к}} = 18,58$ г. При этом соотношении прочность составляет $\tau = 6,5$ кПа,

что соответствует прочности контрольного образца на сахаре.

На следующем этапе проведения исследований определяли физико-химические и органолептические показатели качества двухслойного мармелада. Для получения сбивного слоя, мармеладную массу, приготовленную также как для прозрачного – желеинного слоя, сбивали в присутствии пенообразователя.

В ходе эксперимента в исследуемых образцах определяли содержание сухих веществ, редуцирующих веществ, титруемую кислотность, а также прочность готового двухслойного мармелада и плотность сбивного слоя. Согласно полученным результатам исследований (табл. 3), содержание сухих веществ во всем видам изделий практически равны и находятся в пределах $78 \pm 1\%$. При этом, содержание влаги в мармеладе не всегда объективно характеризует ее влияние на физико-химические и микробиологические процессы. Способность воды участвовать в ряде изменений, протекающих при хранении изделий, а также их интенсивность, зависит от соотношения свободной и связанной влаги и характеризуется показателем активности воды [19].

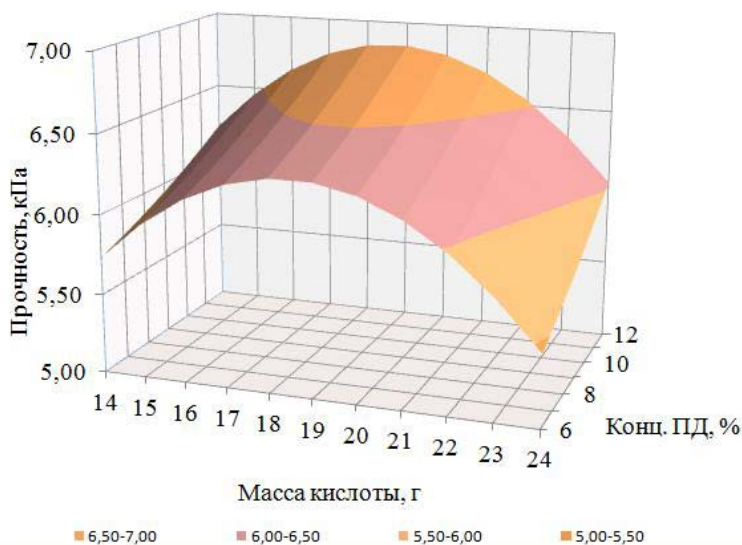


Рис. 4. Поверхность отклика зависимости прочности мармеладного студня от содержания ПД и кислоты

При определении влияния состава и соотношения рецептурных компонентов на активность воды в исследуемых образцах установлено, что в мармеладе на агаре при замене глюкозы, патоки и половины сахара на сироп ИГ-60 (образцы 1, 2 и 3) ее изменение происходит в соответствии с изменением содержания глюкозы. Очевидно, из всех сахаров, входящих в состав мармелада, глюкоза, будучи моносахаридом, обладает наибольшей способностью снижать активность воды [20, 21]. Так, вероятно, более высокое ее содержание в образце с заменой половины сахара на сироп ИГ-60 способствует снижению активности воды по сравнению с контролем. Значения данного показателя для мармелада на пектине колеблются в диапазоне 0,710...0,720, тогда как на агаре 0,740...0,765, что, вероятно, обусловлено различными свойствами используемых студнеобразователей. Известно, что пектины характеризуются большей энергией связи и, следовательно, большей способностью, по сравнению с агаром, прочно удерживать воду. Снижение активности воды при замене половины сахара на сироп ИГ-42 может быть связано с тем, что соотношение сахаров в образце 7 обладает меньшей гидратационной способностью, чем сахароза [15], в результате чего влага более прочно удерживается молекулами пектина.

Благодаря способности ПД связывать имеющуюся в продукте влагу, ее добавление в рецептуру мармелада на агаре снижает показатель активности воды на 2,0...2,6%, на пектине – на 1,3...2,8%.

Титруемая кислотность исследуемых образцов изменяется в широком диапазоне – от 5,3 до 11,5 град, так как для регулирования структурно-механических и органолептических показателей качества мармелада было рекомендовано изменять содержание кислоты в зависимости от их углеводного состава. В результате этого, внесение 100% рецептурного количества кислоты в контрольный образец на агаре, а также в образцы 1 и 2, их титруемая кислотность составила 11,0...11,5 град. При сокращении ее количества на 25% (образец 3) и на 50% (образец 4 и 5) данный показатель снижается на 21% и 34...35%.

Таблица 3

Физико-химические показатели качества двухслойного мармелада (n=3, p<0,05)

Показатели	Образцы												
	На агаре							На пектине					
	кон-троль	1	2	3	4	5	Ф+ПД	кон-троль	6	7	8	9	Ф+ПД
Содержание (массовая доля) сухих веществ, %	77,1	77,0	77,8	78,1	78,0	77,1	77,0	78,2	78,5	79,1	78,9	78,5	78,0
Активность воды	0,765	0,767	0,767	0,760	0,750	0,745	0,740	0,720	0,720	0,715	0,710	0,705	0,710
Титруемая кислотность, град	11,2	11,5	11,0	9,1	7,1	7,3	13,8	9,9	9,7	10,8	9,0	8,9	11,2
Массовая доля редуцирующих веществ, %	17,7	11,8	13,2	34,1	38,6	40,4	56,7*	9,2	8,9	20,8	28,7	31,4	59,5*

Примечание: * – ДСТУ не нормируется

Изменение значений данного показателя для образцов на пектине не превышает 12 % (образцы 8 и 9) и обусловлено обеспечением необходимых условий для «кислотно-сахарного» желирования используемого студнеобразователя.

Наличие редуцирующих веществ в готовом мармеладе обусловлено в основном внесением их в состав таких рецептурных компонентов, как патока, КС или глюкоза. Поэтому, как видно из приведенных данных, замена глюкозы, а также глюкозы и патоки на сироп ИГ–60, сопровождается снижением содержания редуцирующих веществ на 33 % и на 25 % в образцах 1 и 2. При замене половины сахара на КС наблюдается увеличение массовой доли редуцирующих сахаров в 1,9 раза и 2,3 раза по сравнению с контрольными образцами на агаре и на пектине соответственно.

В образцах мармелада на агаре при замене 75 % и 100 % сахара на КС и ПД (образцы 4, 5) массовая доля редуцирующих веществ в 2,1–2,3 раза больше, чем в контрольном образце, в то время как при аналогичном соотношении сахаристых компонентов в мармеладе на пектине – в 3,1–3,4 раза. Это связано со сравнительно высоким содержанием редуцирующих сахаров в исходном образце на агаре, обусловленное наличием в рецептуре контроля кристаллической глюкозы. Анализируя содержание редуцирующих веществ в образцах 4, 5, 8 и 9, можно предположить, что их увеличение сдерживает содержание ПД, которая, возможно, обладая свойствами пищевых волокон, частично связывает редуцирующие сахара.

Определение предельного напряжения сдвига готового двухслойного мармелада (табл. 4) показало, что среди всех исследуемых образцов изделия, полученные при замене половины сахара на КС (образцы 3 и 7), характеризуются наименьшим значением прочности. Содержание полидекстрозы в образцах 4, 5, 8 и 9 позволяет получить двухслойный мармелад с заменой 75 % и 100 % сахара на КС, прочностные характеристики которого практически не отличаются от контрольных образцов.

заменой патоки и глюкозы на сироп ИГ–60, а на пектине – образец 6, с заменой патоки на сироп ИГ–42. Сложность процесса пенообразования заключается в совместном влиянии многих физико-химических и технологических факторов – состава и соотношения рецептурных компонентов, концентрации и природы пенообразователя, технологических параметров и др. Поэтому некоторые различия в значениях плотности исследуемых образцов могут быть связаны с тем, что изменение состава сахаристых компонентов и кислотности мармеладной массы оказывает влияние на реологические свойства исходной смеси и на пенообразующую способность белка.

Для сравнительного анализа органолептических свойств новых видов изделий применяли профильный метод, подразумевающий словесное описание и количественное выражение органолептических признаков путем сравнения исследуемых изделий [16].

Помимо предусмотренных ДСТУ показателей – цвет, вкус, запах, состояние поверхности, для оценки консистенции исследуемых образцов были выбраны также такие признаки как упругость и эластичность, на которые оказывает существенное влияние изменение углеводного состава.

Как видно из представленных данных (рис. 5, 6), при изменении углеводного состава мармелада, который, очевидно, сопровождается изменением количества постоянных мономолекулярных связей в единице объема, происходит изменение структурно-механических свойств готовых изделий [4]. Так, по мере увеличения массовой доли КС при замене сахара наблюдается тенденция снижения упругости и увеличения эластичности мармелада, которые нивелируются внесением ПД.

Использование вместо сахара и глюкозы крахмальных сиропов, которые характеризуются меньшей сладостью [22], отразилось на вкусовых свойствах готовых изделий. Так, образцы на агаре с заменой 50 %, 75 % и 100 % сахара на сироп ИГ–60 и на ПД имеют менее сладкий вкус, который гармонично дополняется предварительно откорректированным количеством кислоты. В результате изделия обладают нежным вкусом, с привычной для потребителя сладостью, с более выраженным вкусом наполнителя – малинового пюре.

Изделия на пектине со сниженным содержанием сахара или без него (образцы 7, 8, 9) обладают несколько интенсивным кислым вкусом, в большей степени проявленным в образцах 8 и 9. Это, позволит расширить ассортиментную линейку желейных изделий, при этом можно отразить их вкусовые свойства в наименовании изделий.

Прозрачный желейный слой мармелада с заменой сахара на КС характеризуется более интенсивной окраской, соответствующей используемому красителю, поскольку КС прозрачны и почти бесцветны, в отличие от растворов сахарозы, в которых наличие красящих веществ и примесей обуславливает их высокую цветность.

Таблица 4

Структурно-механические показатели качества двухслойного мармелада (n=3, p≤0,05)

Показатели	Образцы													
	На агаре							На пектине						
	контроль	1	2	3	4	5	Ф+ПД	контроль	6	7	8	9	Ф+ПД	
Предельное напряжение сдвига, кПа	9,2	9,8	9,5	8,2	9,1	8,8	7,2	6,2	6,3	5,1	6,3	6,4	6,2	
Плотность сбивного слоя, кг/м ³	655	720	670	760	705	670	750	560	555	580	570	570	550	

Дополнительным критерием для оценки качества сбивных масс служило значение их плотности. Наиболее приближенным по значению плотности к контрольному образцу на агаре является образец 2 с

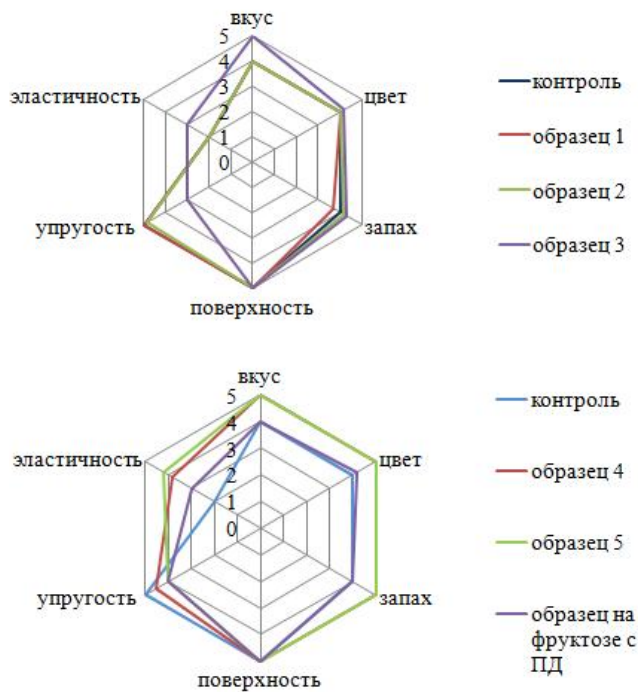


Рис. 5. Профилограмма органолептической оценки двухслойного мармелада на агаре: К – контроль, 1 – образец 1, 2 – образец 2, 3 – образец 3, 4 – образец 4, 5 – образец 5, 6 – образец на фруктозе с ПД

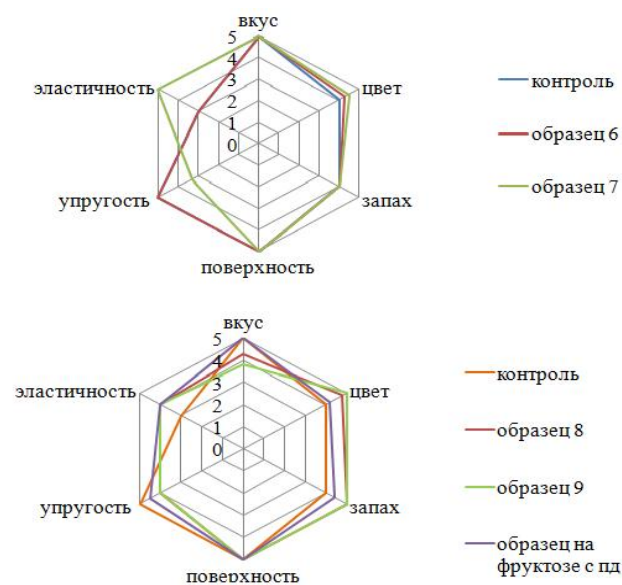


Рис. 6. Профилограмма органолептической оценки двухслойного мармелада на пектине: К – контроль, 1 – образец 6, 2 – образец 7, 3 – образец 8, 4 – образец 9, 5 – образец на фруктозе с ПД

Вкусовые свойства изделий на фруктозе с ПД практически не отличались от контрольных образцов, так как их соотношение рассчитано в соответствии с коэффициентами сладости. Изделия характеризовались привычными для потребителя вкусовыми свойствами.

6. Обсуждение результатов исследования влияния кислотности на свойства студня и показатели качества двухслойного мармелада с низким углеводным составом

Учитывая специфику формирования текстуры ПМИ, предварительными исследованиями показана возможность расширения сырьевой базы для получения жележных и сбивных масс при использовании таких ингредиентов как крахмальные сиропы, фруктоза и полидекстроза [6].

Анализ экспериментальных данных показал, что при получении жележных масс с использованием в качестве студнеобразователя высокоэтерифицированного пектина количество кислоты, обеспечивающей достижение наибольшей прочности студня, зависит от состава сахаристых компонентов. В наибольшей степени сокращению необходимого ее количества (на 20 %) способствует наличие в рецептуре полидекстрозы.

Из представленных в табл. 2 результатов исследования наглядно видно закономерное увеличение прочности мармеладного студня по мере сокращения массовой доли кислоты в рецептуре мармелада на агаре с различным углеводным составом. Поэтому обоснование ее количества проводили на основании органолептической оценки мармелада. При замене сахара на менее сладкие КС для создания гармоничного кисло-сладкого вкуса в зависимости от массовой доли используемого сиропа потребовалось внесение 50–75 % рецептурного количества кислоты.

На основании полученных результатов откорректировано рецептурное количество кислоты в мармеладе на агаре и на пектине, что позволяет усовершенствовать рецептурный состав жележного мармелада с измененным углеводным составом.

Изучение совместного влияния углеводного состава и кислотности мармеладной массы на физико-химические, структурно-механические показатели качества двухслойного мармелада показало, что прочность готовых изделий, как и плотность сбивного слоя, приближены к значениям контрольных образцов. При этом содержание сухих веществ в исследуемых образцах находится пределах нормы.

Органолептическая оценка исследуемых образцов показала, что тенденция к снижению упругости и увеличению эластичности мармелада при использовании КС и фруктозы нивелируются внесением ПД.

Таким образом, показана целесообразность и разработаны рекомендации по изменению количества кислоты в рецептуре жележного мармелада на агаре и на пектине в зависимости от его углеводного состава.

7. Выводы

В результате проведенных исследований:

1. Показана целесообразность сокращения рецептурного количества кислоты на 8...20 % в мармеладных массах на пектине в зависимости от соотношения сахаристых компонентов. Оптимизация рецептурного состава мармелада на пектине при замене всех сахаристых компонентов на сироп с полидекстрозой показала, что необходимая прочность студня достигается

при содержании 8,4 % полидекстрозы и 77 % рецептурного количества кислоты.

2. На основании определения органолептических показателей качества рекомендовано сокращение рецептурного количества кислоты на 25 % для мармелада на агаре при замене 50 % сахара, глюкозы и патоки на сироп ИГ-60. Для получения изделий с улучшенными органолептическими свойствами в образцах, полученных при использовании сиропа и полидекстрозы вместо глюкозы, патоки, а также 75 или 100 % сахара, количество добавляемой кислоты составило 50 % от предусмотренного рецептурой.

3. При определении физико-химических показателей качества предлагаемых образцов установлено, что при незначительных колебаниях содержания сухих веществ, значения показателя активности воды колеблются в диапазоне 0,710...0,720 для масс на пектине и в диапазоне 0,740...0,765 – на агаре. Снижение данного показателя наблюдается при замене половины сахара на КС. Наиболее выраженное влия-

ние на снижение активности воды (на 2,0...2,6 % в мармеладе на агаре и на 1,3...2,8 % – на пектине) оказывает добавление ПД. Титруемая кислотность исследуемых образцов изменяется в широком диапазоне – от 5,3 до 11,5 град и обусловлена в основном изменением рецептурного количества кислоты. Массовая доля редуцирующих веществ в мармеладе повышается по мере увеличения в рецептуре массовой доли КС. Определение органолептических показателей качества предлагаемых изделий показало, что менее сладкий вкус мармелада на агаре при замене сахара на КС компенсируется откорректированным количеством кислоты. Кроме того изделия характеризуются более выраженным вкусом наполнителя – малинового пюре.

Изделия на пектине со сниженным содержанием сахара или без него обладают более интенсивно выраженным кислым вкусом, который можно отразить в наименовании изделий и расширить ассортиментную линейку жележных лакомств.

Литература

1. McKenna, B. Texture in food. Semi-solid foods [Text] / B. McKenna. – Woodhead Publishing, 2003. – 448 p.
2. Philips, G. O. Handbook of hydrocolloids [Text] / G. O. Philips, P. A. Williams. – Woodhead Publishing, 2009. – 948 p.
3. Salieva, A. Pectin substances from sea and freshwater grasses as stabilizers at manufacturing of canned food of type confiture [Text] / A. Salieva // Vestnik of Astrakhan State Technical University. – 2013. – Vol. 1. – P. 194–200.
4. Almeida, E. L. Physico-chemical parameters, texture profile analysis and sensory acceptance of guava marmalade made with different sweeteners [Text] / E. L. Almeida et. al. // Journal Revista Ceres. – 2009. – Vol. 6. – P. 697–704.
5. Smith, I. The development of natural sweeteners as alternatives to cane and beet sugar [Text] / I. Smith // Journal of agricultural economics. – 2008. – Vol. 29, Issue 2. – P. 155–163. doi: 10.1111/j.1477-9552.1978.tb02410.x
6. Иоргачева, Е. Г. Регулирование структурно-реологических свойств желейных и сбивных масс для двухслойного мармелада [Текст] / Е. Г. Иоргачева, О. В. Макарова, К. В. Аветисян // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2, № 12 (68). – С. 122–127. doi: 10.15587/1729-4061.2014.23380
7. Yang, Y. Calcium cation triggers and accelerates the gelation of high methoxy pectin [Text] / Y. Yang, G. Zhang, Y. Hong, Z. Gu, F. Fang // Food Hydrocolloids. – 2013. – Vol. 32, Issue 2. – P. 228–234. doi: 10.1016/j.foodhyd.2013.01.003
8. Kaya, M. Characterization of citrus pectin samples extracted under different conditions: Influence of acid type and pH of extraction [Text] / M. Kaya, A. G. Sousa, M.-J. Crepeau, S. O. Sorensen, M.-C. Ralet // Annals of Botany. – 2014. – Vol. 114, Issue 6. – P. 1319–1326. doi: 10.1093/aob/mcu150
9. Zhang, X. Preparation of hydroxypropyl agars and their properties [Text] / X. Zhang, X. Liu, M. Cao, K. Xia, Y. Zhang // Carbohydrate Polymers. – 2015. – Vol. 129. – P. 87–91. doi: 10.1016/j.carbpol.2015.04.056
10. Schirmer, M. Physicochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake [Text] / M. Schirmer, M. Jekle, E. Arendt, T. Becker // Food Research International. – 2012. – Vol. 48, Issue 1. – P. 291–298. doi: 10.1016/j.foodres.2012.05.003
11. Иоргачева, Е. Г. Структурно-реологические свойства диетического мармелада [Текст]: сб. науч. пр. / Е. Г. Иоргачева, В. Ю. Толстых, К. В. Аветисян // ОНАХТ. – 2009. – Вып. 36, Т. 1. – С. 131–133.
12. Иоргачова, К. Г. Технологія кондитерського виробництва. Практикум [Текст] / К. Г. Иоргачова, О. В. Макарова, Л. В. Гордієнко, Г. В. Коркач. – О.: «Сімекс-прінт», 2011. – 204 с.
13. Крись, Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов [Текст] / Г. Н. Крись, А. М. Шалыгина, З. В. Волокитина. – М.: Колос, 2000. – 386 с.
14. Чугунова, О. В. Использование методов дегустационного анализа при моделировании рецептур пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами [Текст]: монография / О. В. Чугунова, Н. В. Заворохина. – Е.: УГЭУ, 2010. – 148 с.
15. Донченко, Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение [Текст] / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
16. Зубченко, А. В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий; 2-е изд., перераб. и доп. [Текст]: учебник / А. В. Зубченко. – Воронеж. государственная технологическая академия, 2001. – 389 с.
17. Fennema, O. R. Food Chemistry [Text] / O. R. Fennema. – New York.: Marcel Dekker, 1996. – 1088 p.
18. Остапчук, Н. В. Математическое моделирование процессов пищевых производств [Текст]: сб. задач / Н. В. Остапчук, В. Д. Каминский, Г. Н. Станкевич, В. П. Чучуй. – К.: Вища шк., 1992. – 175 с.
19. Стабильность и срок годности. Хлебобулочные и кондитерские изделия [Текст]: прак. пос. / под ред. Д. Килкаст, П. Субраманиам; пер. с англ. Ю. Г. Базарнова. – Санкт-Петербург: Профессия, 2012. – 441 с.

20. Гнездилова, А. И. Активность воды в водных растворах некоторых сахаров [Текст] / А. И. Гнездилова, А. И. Гнездилова, Л. А. Куренкова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 3. – С. 5–7.
21. Фатьянов, Е. В. Влияние водных растворов углеводов на активность воды [Текст] / Е. В. Фатьянов, Р. Е. Тё, И. В. Царьков // Молочная промышленность. – 2011. – № 12. – С. 52–53
22. Sweeteners and sugar alternatives in food technology [Text] / H. Mitchel (Ed.). - Oxford: Blackwell Publishing, 2006. – 432 p.

Розроблено технологію отримання дієтичної добавки антиліполітичної дії. Інгібітор ліпази – фенольні сполуки ріпаку іммобілізовано на біополімерному комплексі гливи звичайної. Показано, що іммобілізована форма інгібітору у порівнянні з інтактною має кращі фізико-хімічні показники, а також ступінь збереження активності як в умовах шлунково-кишкового тракту, так і при зберіганні

Ключові слова: технологія, дієтична добавка, інгібітор ліпази, біополімерний комплекс, гриби, ріпак

Разработана технология получения диетической добавки антилипидического действия. Ингибитор липазы – фенольные соединения рапса иммобилизованы на биополимерном комплексе вешенки обыкновенной. Показано, что иммобилизованная форма ингибитора по сравнению с интактной имеет более высокие физико-химические показатели, а также степень сохранения активности как в условиях желудочно-кишечного тракта, так и при хранении

Ключевые слова: технология, диетическая добавка, ингибитор липазы, биополимерный комплекс, грибы, рапс

UDC 613.26-021.632.635.89:54.021:[547.56+577.11/12]

DOI: 10.15587/1729-4061.2016.64824

A TECHNOLOGY OF AN ANTILIPOLYTIC DIETARY SUPPLEMENT BASED ON PHENOLIC COMPOUNDS AND BIOPOLYMERS OF PLEUROTUS OSTREATUS

N. Chernov

Doctor of technical sciences,
Professor, Head of the Department*
E-mail: onaft_foodchem@mail.ru

S. Ozolina

Candidate of chemical science, Associate Professor*
E-mail: ossofol@mail.ru

O. Nikitina

PhD, Scientific researcher
Problem research laboratory**
E-mail: ossofol@mail.ru

*Department of food chemistry

Odessa National Academy of Food Technologies**

**Kanatnya str., 112, Odessa, Ukraine, 65039

1. Introduction

The analysis of many studies revealed a cause-and-consequence relationship between obesity and diseases such as insulin-independent diabetes, hypertension, atherosclerosis, gallstone disease, and some malignancies [1, 2]. In 1998, the World Health Organization (WHO) declared obesity an independent chronic disease that without proper treatment can lead to disorders of the cardiovascular, digestive, respiratory and endocrine systems [1, 3].

Today, obesity is found in 300 million people, and about 1.7 billion people are overweight. The number of people with this disorder is growing in all countries regardless of their level of economic development. According to experts, if the existing tendency of growth continues, already in 2025 about 40 % of men and 50 % of women will suffer from obesity.

The total economic costs of treating obesity and its consequences exceed those of cancer [1, 4]. Thus, obesity is acquiring the status of a national problem. In order to preserve the health of the nation, which is the main resource of the state development, a search for new effective means of correcting weight becomes an urgent contemporary task.

Thus, the relevance of the work in this direction is determined by the fact that today the range of medicines to combat obesity is very limited and not produced in Ukraine at all. Therefore, it is advisable to develop weight-correction remedies on the basis of a regional various-source plant material that would provide multi-effect treatment of high safety and at low cost.

2. Analysis of the previous studies and statement of the problem

Being overweight is the result of a positive balance between the amount of energy that a human body generates from food during the day and the amount of energy that a person spends on vital and physical activities. Weight loss occurs only if there is energy deficit in the body, which can be achieved by reducing food intake or increasing energy outflow. Therefore, the main method of weight loss is keeping to a hypocaloric diet while increasing physical activity [5, 6].

Unfortunately, clinical research proves that the above method alone often fails to lead to the desired result, which