

УДК 664.856:532:547.455

## Исследование фруктово-желейных масс изготовленных с использованием сахарозаменителей

**Колдина Т.В.** tvkoldina@yandex.ru, канд. техн. наук **Вытовтов А.А.**

*ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный  
торгово-экономический университет»,*

*194021г. Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50*

*д-р техн. наук **Кузнецова Л.И.***

*ГНУ Санкт – Петербургский филиал ГосНИИ хлебопекарной промышленности*

*194021г. Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50*

*В условиях современного мира остро стоит проблема неадекватного и не сбалансированного питания, это приводит к увеличению количества людей с избыточным весом, увеличению количества алиментарно – зависимых заболеваний и др.*

*В последние годы население предпочитает продукты, имеющие в своем составе вещества, которые оказывают положительное воздействие на организм, помогают улучшить здоровье. На рынке прослеживается тенденция возрастания интереса к низкокалорийным, диетическим и функциональным продуктам.*

*В работе приведены результаты исследования некоторых реологических свойств фруктово-желейных масс изготовленных с использованием полиолов. Полученные результаты позволяют прогнозировать значения реологических характеристик фруктово-желейных масс при различных соотношениях рецептурных ингредиентов с учетом их физико-химических свойств и технологических параметров отдельных стадий производственного процесса, и как следствие обеспечить стабильность качественных характеристик готового продукта.*

*Ключевые слова:* реология, фруктово-желейные массы, сахарозаменители, полиолы, изомальт, манит, сорбит, эритрит.

---

## Investigation of rheological properties of fruit-jelly mass manufactured using sugar substitutes

**Koldina T.V., Ph.D. Vitovtov A.A.**

*Federal state educational institution of higher professional education*

*«Saint Petersburg state University of trade and Economics»*

*194021г. Saint-Petersburg, Novorossiyskaya str, 50*

*D.Sc. **Kusnezova L.I.***

*GNU St. - Petersburg Branch of the Research Institute of the baking industry*

*In the modern world acute problem of inadequate and not balanced diet, this leads to an increase in the number of overweight people, increase of number of alimentary - dependent diseases and other.*

*In recent years, the population prefers products, having in its composition of substances that have a positive effect on the body, help to improve health. On the market there is a tendency of increase of interest to low-calorie diet and functional products.*

*In the paper results of the research of some of the rheological properties of fruit-jelly mass manufactured using polyols. The obtained results allow to predict values of rheological characteristics of fruit-jelly mass with different ratios prescription ingredients with regard to their physical-chemical properties and technological parameters of separate stages of the production process, and as a consequence to ensure the stability of quality characteristics of the finished product.*

**Key words:** rheology, fruit-jelly mass, sugar substitutes, polyols, isomalt, lures, sorbitol, ritrit.

---

В условиях современного мира остро стоит проблема неадекватного и не сбалансированного питания, это приводит к увеличению количества людей с избыточным весом, увеличению количества алиментарно – зависимых заболеваний и др.

В последние годы население предпочитает продукты, имеющие в своем составе вещества, которые оказывают положительное воздействие на организм, помогают улучшить здоровье. На рынке прослеживается тенденция возрастания интереса к низкокалорийным, диетическим и функциональным продуктам.

Кондитерские изделия относятся к продуктам пользующимся достаточно высоким спросом у населения.

В зависимости от применяемого сырья и технологии производства, кондитерские изделия делят на две основные группы: сахаристые и мучные. В группу сахаристых кондитерских изделий входят фруктово-ягодные изделия, шоколад и какао-порошок, карамель, конфеты, ирис, драже, халва, восточные сладости.

Сахарные кондитерские изделия — это изделия, большая часть которых состоит из сахара, а также патоки, различных фруктов и ягод, молока, сливочного масла, какао-бобов, ядер орехов и других компонентов. Это продукты, характеризуются приятным вкусом и ароматом, красивым внешним видом, высокой пищевой ценностью, калорийностью и хорошей усвояемостью. Эти изделия относятся к высококалорийным продуктам, причем калорийность кондитерских изделий значительно превышает калорийность многих пищевых продуктов. Они являются существенными источниками низкомолекулярных, легкоусвояемых углеводов, которые при избыточном поступлении в организм превращаются в жиры.

Фруктово-ягодные кондитерские изделия представляют собой продукты переработки плодов и ягод с добавлением большого количества сахара (60-75 %) и другого сырья,

отличающиеся высокой биологической ценностью благодаря содержанию почти всех питательных веществ, находящихся в плодах в концентрированном виде.

Фруктово-ягодные кондитерские изделия подразделяют на:

- изделия с жидкой или слабой неоформленной желеобразной структурой (варенье, джем, желе, повидло);
- изделия с плотной оформленной желеобразной структурой (мармелад, пастильные изделия, цукаты).

Желеобразная структура обусловлена наличием в плодах пектиновых веществ, которые при нагревании в присутствии сахара и органических кислот образуют студни.

Мармелад представляет собой изделия разнообразной формы с плотной желеобразной структурой. В зависимости от используемого сырья различают мармелад:

- фруктово-ягодный;
- желейный;
- желейно -фруктовый.

В связи свыше сказанным ведутся работы по созданию инновационного продукта путем замены в рецептуре фруктово-ягодных кондитерских изделиях сахара на сахарные спирты — полиолы, к числу которых относятся сорбит, манит, эритрит, изомальт.

Преимущества их перед сахаром (сахарозой) заключается в том, что они:

- низко-калорийны;
- обладают низким гликемическим индексом;
- полезны для людей с избыточным весом и для больных сахарным диабетом;
- не вызывают кариеса.

**Фруктово-желейная масса** - кондитерская масса на основе плодово-ягодного сырья, с добавлением сахара, патоки, студнеобразователя, пищевых добавок с массовой долей фруктового сырья не менее 25%.

Желейно - фруктовые конфеты или желейно - фруктовые мармелады изготовленные на сахарозе, обладают высоким гликемическим индексом, а также обладают несбалансированным углеводным составом.

Гликемический индекс - показатель влияния продукта на уровень сахара в крови организма человека.

Замена сахара на смесь полиолов является актуальной задачей для разработки технологии низкокалорийной продукции с более высокими потребительскими свойствами и соответствующие традиционным видам, как по органолептическим, так и по реологическим показателям.

Полиолы (многоатомные спирты) — заменители сахара, получаемые из растительного сырья, и рекомендованы для применения в пищевой и фармацевтической промышленности для изделий без сахара или для снижения калорийности продукта.

Сорбит — шестиатомный спирт, продукт восстановления глюкозы. Применяют как заменитель сахара для больных диабетом.

Маннит – шестиатомный спирт, относящийся к группе сахаров и содержащийся во многих растениях. В пищевой промышленности используется в качестве подсластителя.

Изомальтит – О- $\alpha$ -D-глюкопиранозил-D-маннит, низкокалорийный сахарозаменитель нового поколения.

Эритрит - четырехатомный спирт имеет два структурно одинаковых асимметрических атома углерода и рекомендован НИИ Питания в качестве пищевой добавки - заменитель сахара, в том числе в диетотерапии больных сахарным диабетом.

Учитывая, что в нашей стране полиолы практически не используются в производстве желеино - фруктовых изделий, представлялось актуальным исследовать влияние различных факторов на вязкость растворов, содержащих в своем составе полиолы, изучить физико-химические особенности вязкого течения этих растворов.

Желейно - фруктовые конфеты представляют собой уваренное в определенных условиях студнеобразующее пюре с сахаром. Важным показателем студня являются его структурно – механические свойства.

До недавнего времени для измерения прочности студня в кондитерской промышленности использовали прибор Валента. Прочность студня выражается в условных единицах – в граммах груза, необходимого для продавливания студня с помощью грибообразной насадки. Однако в последнее время прочность студня желеино - фруктовой массы определяется с помощью конического пластометра или прибора Вейлера – Ребиндера.

Конический пластометр используется для определения глубины  $h_m$ . Он погружает конус в исследуемый объем, под действием постоянной нагрузки  $F$ .

Кинетика тангенциального смещения пластины, погружаемой в студень, т.е. кинетика деформации под действием нагрузки, которая снимается после некоторого времени, ее действия и определяется прибором Вейлера – Ребиндера. По статическому предельному напряжению сдвига, определяется пластичная прочность  $P_m$  массы. С помощью этого метода определяют следующие структурно – механические показатели:

- Модуль условно – мгновенной упругости:

$$E_1 = P/E_0, \quad (1)$$

где  $P$  – напряжение сдвига;  $E_0$  – относительная деформация, наблюдаемая в условно короткое время

- Модуль эластичности ( эластично – упругий)

$$E_2 = [P/(E_m - E_0)], \quad (2)$$

$(E_m - E_0)$  –разность показателе деформаций, развивающаяся во время деформации, обусловлена изменением формы молекулы.

- Предел упругости  $P_k$  – минимальное напряжение сдвига, при котором возникает необратимая (пластическая )деформация.

- Релаксационная вязкость студня

$$\eta_2 = [(P - P_k) : (dE/dt)], \quad (3)$$

$(dE/dt)$  – скорость стационарного потока, характеризующая пластическое течение студня при весьма малых градиентах скорости, не превышающих скорость восстановления нарушаемой при сдвиге структуры.

- Условная вязкость упругого последствия, характеризующая сопротивление среды изменению формы молекул, но не сдвига их относительно друг друга.

$$\eta_2 = [ P/ (dE/dt_0 - dE/ dt_1)], \quad (4)$$

$(dE/dt_0)$  – начальная скорость развития деформации.

На различных технологических стадиях производства желейно - фруктовых масс необходимы данные о их реологических свойствах для управления качеством готовой продукции. В рецептуру желейно - фруктовых масс входят студнеобразователи, которые приводят к значительному изменению структурно-механических и органолептических свойств данных изделий. Для создания желе можно использовать различные компоненты-агар, желатин, пектин. В нашей работе в качестве такого ингредиента использовали пектины, которые являются каркасом студня. Качество студня зависит не только от количества пектина, но и от качества пектина, которое зависит от происхождения пектина, от степени его гидролиза и т.д.

Для образования хорошего желе количество пектина меняется в зависимости от количества воды, от содержания в нем сахара и кислоты. Если постоянны последние условия, то необходимое количество пектина будет зависеть от его качества. При

использовании яблочного пектина средней желирующей силы можно применять ориентировочную норму содержания его в студне от 0,8 до 1,0% к весу студня.

В производстве желеино - фруктовых изделий важную роль играет сахар, так как он является структурообразователем. Он отнимает воду от окружающего золь и это способствует агломерации пектиновых частиц. Сахар нейтрализуют отрицательный заряд пектиновых частиц.

Проводились исследования вязкости растворов смеси полиолов в соотношениях 1:1:1 от концентрации сухих веществ (Рис. 1), содержащих:

смесь 1 - изомальт – маннит — сорбит;

смесь 2 - изомальт – сорбит – эритрит;

смесь 3 - изомальт – манит – эритрит.

Вязкость растворов на полиолах определялась на вискозиметре Геплера методом падающего шарика снабженном рубашкой, через которую для создания изотермических условий циркулировала вода, подаваемая из ультратермостата. Плотность растворов определялась ареометром при температуре от 19 до 50С. Расчет динамической вязкости  $\eta$  растворов проводился по уравнению:

$$\eta = \eta_0 (\tau \rho_0 / \tau_0 \rho), \tag{5}$$

где  $\tau$  и  $\tau_0$  — время падения шарика в растворе и воде,

$\rho$  и  $\rho_0$  — плотность раствора и воды,

$\eta_0$  — динамическая вязкость воды при температуре опыта.

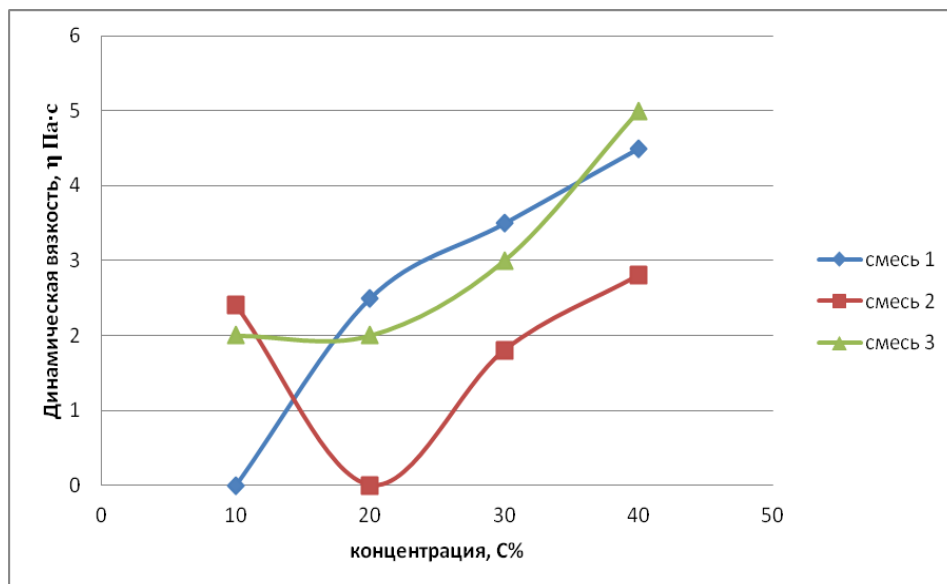


Рис. 1. Зависимость динамической вязкости растворов ( $\eta$ ) от концентрации  
смесь 1 – изомальт – маннит – сорбит;  
смесь 2- изомальт – сорбит – эритрит;  
смесь 3 – маннит – изомальт – эритрит.

Роль вводимой в желирующий раствор кислоты заключается в вытеснении свободной пектиновой кислоты. При недостаточном содержании кислоты желеобразование сильно замедляется или вовсе не происходит. Добавление кислоты большей частью ускоряет процесс застудневания желеино - фруктовых масс. Количество кислоты меняется в зависимости от диссоциации кислоты и от наличия пектина и сахара. Чем больше желирующий раствор насыщен или пересыщен сахаром, тем меньше кислоты требуется для желеобразования, и наоборот. При концентрации пектина 1,5% желеобразование студня может происходить при содержании кислоты 0,05%, но для этого требуется концентрация сахара не ниже 75%. Однако, для образования студня имеет значение не общая кислотность, а рН среды, от которой зависит степень образования студня. В определенных пределах, чем выше концентрация водородных ионов в водных пектиновых растворах, тем больше будет количество сахара, которое приходится на долю каждой весовой единицы пектина и тем меньше требуется пектина для образования желеино - фруктовой массы при одном и том же выходе.

Для подкисления среды использовали винную, лимонную и янтарную кислоту. Как показывают результаты наших исследований, при рН=3,4 концентрация пектина составила около 0,9%, а при рН = 3,2 пектина в желеино -фруктовом желе должна быть не ниже 0,8% , а при рН = 3,1 требуется пектина около 0,7%.

От величины рН (Рис. 2) зависят так называемые минимальные и максимальные точки желирования для одного и того же пектина, т.е. те границы, в которых желеобразование проходит благоприятно ( максимальная точка) или прекращается ( точка минимальная).

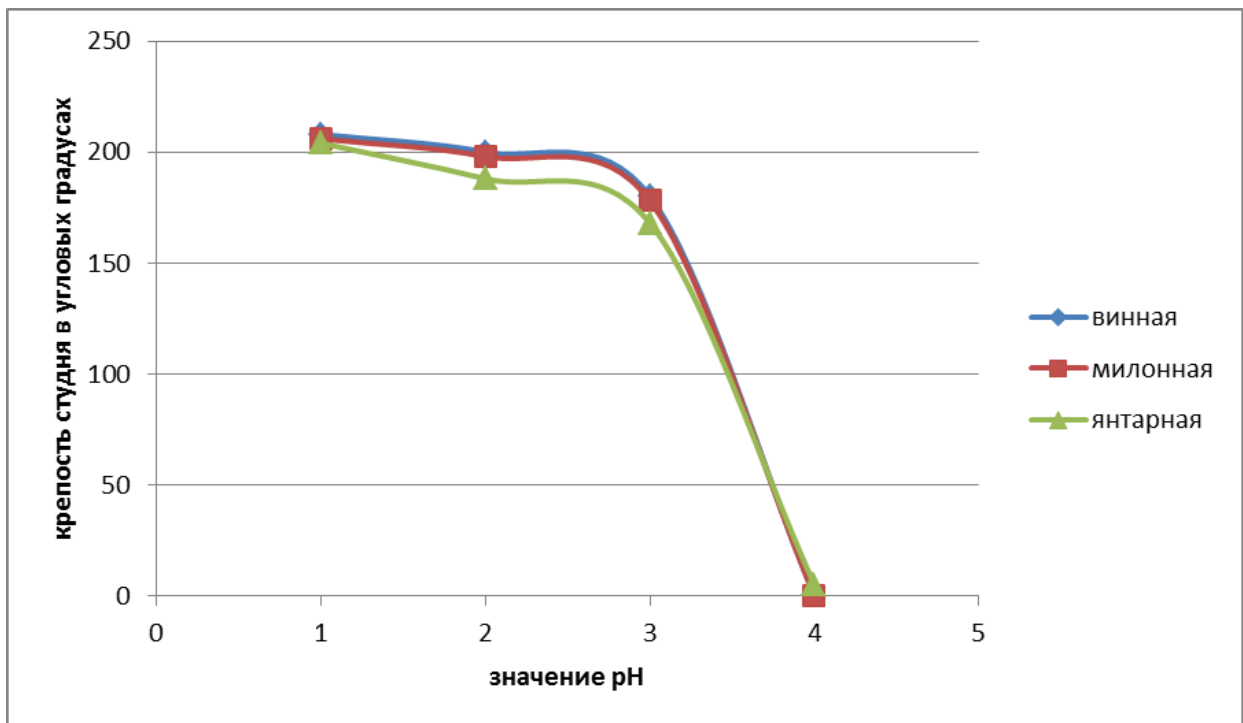


Рис.2. Влияние pH на прочность пектинового студня

На прочность желейных масс (студня) влияет вид пектина и его концентрация (Рис. 3).

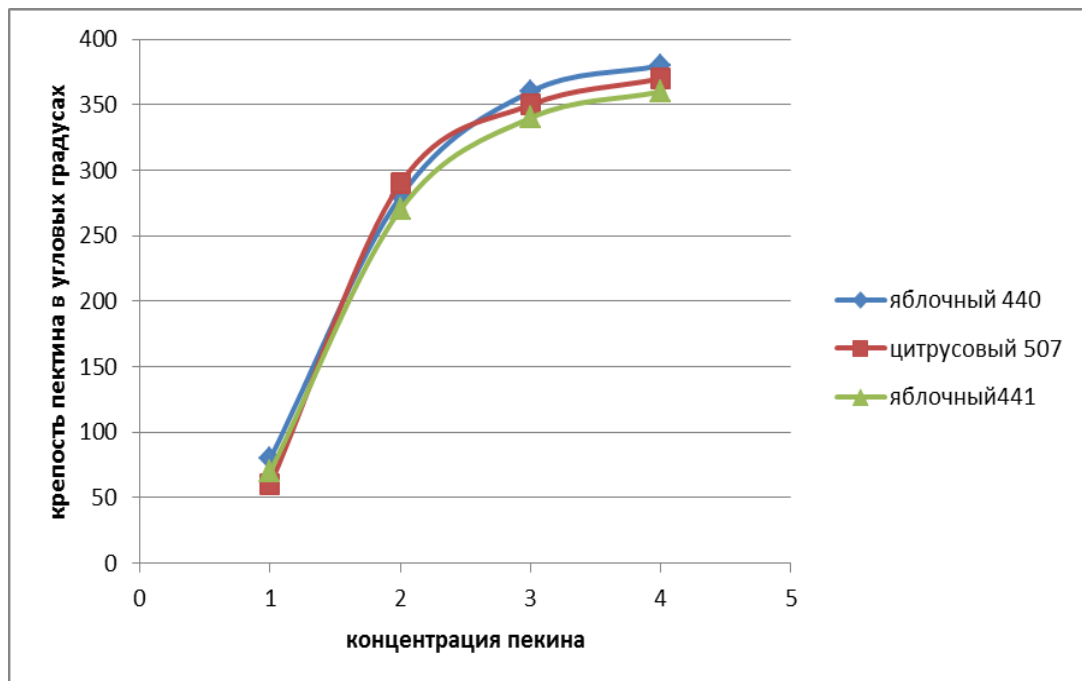


Рис. 3 Влияние концентрации пектина на прочность студня



В процессе разработки инновационной продукции на объемных сахарозаменителях, лимонная кислота, входящая в состав рецептуры, была заменена на янтарную кислоту. Янтарная кислота (Е 363) - продукт, полученный в результате переработки натурального янтаря, абсолютно безвредное вещество, обладающее особыми полезными свойствами. Она представляет собой белый, кристаллообразный порошок, по вкусу очень напоминающий лимонную кислоту.

Оптимальные пределы рН среды для желеобразования пектина соответствует той концентрации водородных ионов, которая минимально необходима для перевода пектиновой кислоты и ее солей в свободное состояние. Эти пределы будут зависеть от буферных свойств среды, которые в свою очередь зависят от минеральных составных частей применяемого сырья.

При значениях рН 3,0 – 3,2 создаются благоприятные условия для желеобразования.

В унифицированной рецептуре желеино - фруктовых масс присутствует патока в количестве от 2 до 10% к весу сахара. Патоку вводят в рецептуру для предотвращения засахаривания готовых изделий.

В исследованиях мы заменили патоку на полидекстрозу (пищевая добавка Е1200), которая относится к текстурантам и влагоудерживающим агентам. Полидекстроза успешно и широко применяется в странах Западной Европы и Северной Америки, где проблема предложения низкокалорийных продуктов остро проявилась уже в 70-е годы прошлого столетия. Она всесторонне исследована не только на безопасность, как пищевая добавка, но и по способу метаболизма в организме человека. Полидекстроза не подвержена расщеплению пищеварительными ферментами желудочно-кишечного тракта человека, что является физиологическим обоснованием отнесения ее к растворимым пищевым волокнам. Её энергетическая ценность составляет 1 ккал/г. Гелевая структура изделий по органолептическим показателям, с использованием полидекстрозы соответствовала контрольному образцу на сахарозе. Образцы, полученные на полидекстрозе имеют более крепкую структуру.

Кроме основных ингредиентов в желеино - фруктовых массах присутствует вода, которая водится по рецептуре. Количество содержания воды в желе также влияет на образования желе. Содержание воды в желе колеблется от 35 до 40%. Половина этой воды связывается с пектином и полидекстрозой, другая половина воды соответствует тому количеству, которое в состоянии связать наличие смеси полиолов. Повышенное содержание воды приводит к образованию слабого желе, при пониженном содержании воды происходит быстрое застудневание, консистенция массы студня плотная, что плохо отражается на отливке и формовании изделий. Экспериментально нами установлено, что при содержании воды в желеино - фруктовом студне - 38%, оптимальное количественное

соотношение главных составных частей должно составить: смесь полиолов – 60%; пектина – 0,5 – 1%, кислоты – 0,5 – 1%.

После стадии темперирования желеино - фруктовых масс проводилась оценка их вязкости на ротационном вискозиметре HAAKE VT7R-plus с устройством термостатирования в режиме постоянной скорости деформации. Полученные экспериментальных данных обрабатывались с помощью персонального компьютера посредством программного обеспечения RheoWin 3.

На основании полученных данных было установлено, что вязкость продукта меняется в зависимости от вида пектина.

Зависимость важнейших реологических характеристик желеино - фруктовых масс (вязкость и напряжения сдвига) изменяется от соотношения исследуемых ингредиентов.

Экспериментальные исследования показали, что зависимость вязкости желеино - фруктовых масс от скорости деформации можно описать уравнением Оствальда де Виля:

$$\eta = K\dot{\gamma}^{n-1}, \quad (6)$$

где  $\eta$  – вязкость, Па·с;  $\dot{\gamma}$  – скорость деформации,  $C^{-1}$ ;  $K$  – коэффициент консистенции;  $n$  – индекс течения.

$\eta$  Па·с

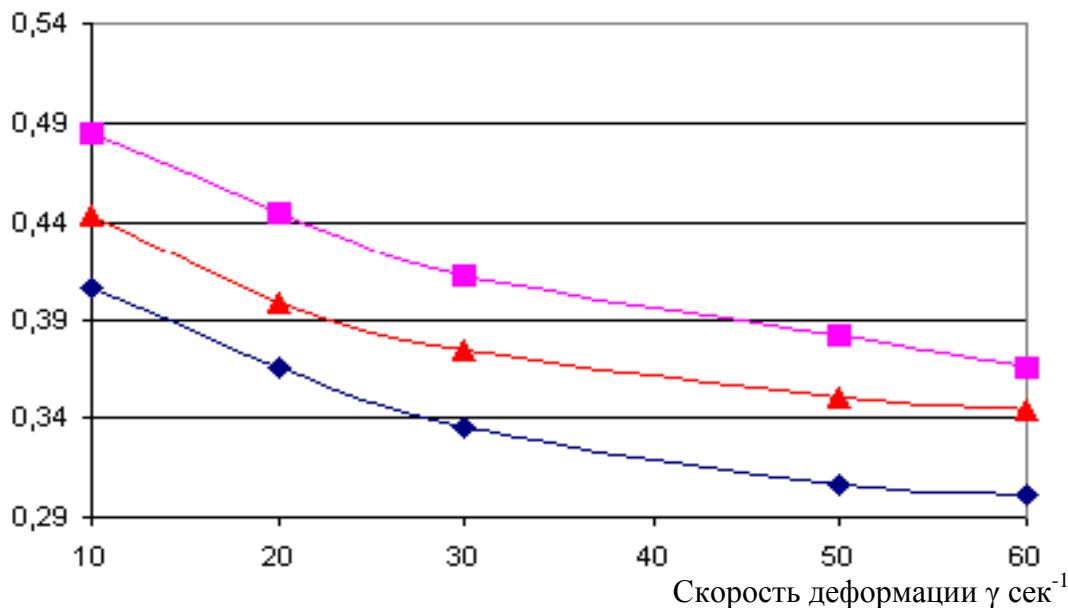


Рис. 4. Зависимость вязкости желейной массы от скорости деформации

- ◇ Смесь 1 – изомальт – маннит – сорбит;
- △ Смесь 2- изомальт – сорбит – эритрит;
- Смесь 3 – маннит – изомальт – эритрит.

С увеличением температуры вязкость желейных масс снижается. При увеличении температуры на 1 °С вязкость снижается на 0,01 Па·с. Полученные экспериментальные данные позволили установить температурные режимы стадий отливки массы и формования корпусов конфет.

Полученные результаты позволяют прогнозировать значения реологических характеристик фруктово-желейных масс при различных соотношениях рецептурных ингредиентов с учетом их физико-химических свойств и технологических параметров отдельных стадий производственного процесса, и как следствие обеспечить стабильность качественных характеристик готового продукта.

### Список литературы

1. Вытовтов А.А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания. Гриф УМО в области товароведения и экспертизы товаров. – СПб.: ГИОРД, 2010г.

2. Вытовтов А.А. Товароведение экспертиза вкусовых товаров: учебник для ВУЗов. Гриф ГОУ ВПО МГУПП – организации, уполномоченной Министерством образования и науки РФ. – М.: ИНФРА-М, 2012 г.

3. Леонов, Д.В. Разработка технологии жележных конфет функционального назначения. Д.В. Леонов, Е.И. Муратова // Вопросы современной науки и практики. Университет им В.И. Вернадского. 2010. № 4-6(29). С.328-335.

4. Леонов, Д.В. Разработка новых видов жележных конфет и оценка их качественных характеристик печатный. Д.В. Леонов, Е.В. Бордак, Ю.В. Капленкова // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 3-й всероссийской науч.-прак. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием, Бийск / Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск, 2010 – С.186-189.

5. Shenoy S.L., Bates W.D., Frisch H.L., Wnek G.E. Role of chain entanglements on fiber formation during electrospinning of polymer solutions: good solvent, non-specific polymer-polymer interaction limit // Polymer. 2009. V. 46. P. 3372–3384.

### References

1. Vytovtov A.A. Theoretical and practical bases of the organoleptic analysis of food. UMO signature stamp in the field of merchandizing and examination of goods. SPB.: GIORD, 2010g.

2. Vytovtov A.A. Merchandizing examination of flavoring goods: the textbook for Higher education institutions. Signature stamp of Public Educational Institution of Higher Professional Training MGUPP – the organization authorized by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation. M.: Infra-M, 2012 g.

3. Leonov, D.V. Development of technology zheleynykh of candies of a functional purpose . D.V. Leonov, E.I. Muratova. Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im V.I. Vernadskogo. 2010. № 4-6(29). p.328-335.

4. Leonov, D.V. Development of new types zheleynykh of candies and assessment of their qualitative characteristics the printing. D.V. Leonov, E.V. Bordak, Yu.V. Kaplenkova. Tekhnologii i oborudovanie khimicheskoi, biotekhnologicheskoi i pishchevoi promyshlennosti: materialy 3-i vserossiiskoi nach.-prak. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh s mezhduнар. uchastiem, Biisk. Alt. gos. tekhn. un-t, BТИ. Biisk, 2010. p.186-189.

5. Shenoy S.L., Bates W.D., Frisch H.L., Wnek G.E. Role of chain entanglements on fiber formation during electrospinning of polymer solutions: good solvent, non-specific polymer-polymer interaction limit. Polymer. 2009. V. 46. R. 3372–3384.