

# ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 663.674:002.03

С.В. Золотарев,  
Ю.В. Баулина,  
А.А. Творогова,  
И.В. Кобозев

## АГРОПИЩЕВЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗАМОРОЖЕННЫХ ФРУКТОВЫХ ДЕСЕРТОВ

***Ключевые слова:** фруктовое сырье, замороженный фруктовый десерт, переработка, пищевая ценность, микробиологическая безопасность, органолептические характеристики, структурно-механические свойства.*

### **Введение**

Агропищевые аспекты моделирования процесса переработки – это сочетание биологических, морфологических, биохимических, химико-технологических и реологических методов исследований, которое позволяет: активно вмешиваться в производственные процессы с целью разработки новых и совершенствования существующих технологических процессов; создавать пищевой продукт заданного состава и определенных органолептических показателей (вкуса, аромата и текстуры); сохранять качество в течение всего срока годности. При разработке новых видов продуктов с заранее заданными свойствами, а также процессов и оборудования для его производства, обеспечивающих оптимальные режимы обработки с контролем качества, требуется знать динамику значимых показателей и реологических характеристик сырья и продукта на всех этапах его производства [1]. В технологии замороженных фруктовых десертов на сегодняшний день отсутствует научно обоснованный подход управления производством, начиная от стадии подготовки

фруктового сырья [2]. Отечественное производство направлено на создание конкурентоспособного продукта с низкой себестоимостью, в первую очередь безопасного для потребления, отвечающего вкусам потребителей и удовлетворяющего рыночный спрос, что достигается чаще всего моделированием принципов применения пищевых микроингредиентов: физиологически функциональных компонентов, пищевых и биологически активных добавок, ароматизаторов, красителей и т.п. Это позволяет расширить ассортимент функциональных продуктов питания нового поколения [3].

### **Методика**

В 2008-2009 гг. в РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева проводились биохимические, микробиологические исследования свежего фруктового сырья (в трехкратной повторности), в частности, ягод черной смородины, крыжовника, садовой земляники как основного сырья для производства десертов, совместно с лабораторией технологии мороженого ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемии, где осуществлялись выработки экспериментальных партий десертов и исследования в области моделирования процесса переработки замороженных фруктовых десертов с повышенной массовой долей фруктов в технологической цепи – от производства сырья до получения готового продукта заданного

качества на основе принципов агропищевой комбинаторики без применения микроингредиентов за счет использования нативных свойств ягод. Большим и достаточно весомым преимуществом данного продукта для потребителя является, прежде всего, целенаправленно поддерживаемая натуральность продукта: отсутствие искусственных пищевых добавок, приготовление на основе сырья, максимально сохраняющего в процессе переработки свои функциональные свойства. В составе замороженного фруктового десерта минимум компонентов – измельченные ягоды, вода, сахар. Анализ существующего ассортимента десертных продуктов показал, что на российском рынке на сегодняшний день представлены замороженные десертные продукты-аналоги на фруктовой основе с синтетическими ароматизаторами, низкой массовой долей фруктов (не более 30%). Поэтому в нашем продукте массовая доля фруктов увеличена до 50%.

#### Экспериментальная часть

Замороженный фруктовый десерт заданного качества сформирован за счет концентрации набора показателей качества в едином комплексном анализе с учетом всех компонентов рецептуры и этапов технологии. Проводилась комплексная оценка качества готового продукта в зависимости от сортового и видового различия фруктового сырья как основного компонента рецептуры. Экспериментальные способы приготовления замороженного фруктового десерта:

*1-й способ* – ягоды подвергали термической обработке: измельченную ягоду со смесью (вода, сахар) пастеризовали при температуре 85°C, охлаждали до температуры (4±1)°C. После фасования образцы подвергали замораживанию в рассоле хлористого натрия до температуры -18°C;

*2-й способ* – ягоды не подвергали тепловой обработке: измельченную ягоду вносили в пастеризованный охлажденный до +20°C сахарный сироп в соотношении 1:1. После фасования образцы замораживали по первому способу;

*3-й способ* – контрольный вариант, ягоды в составе смеси по стандартной технологии производства пастеризовали при температуре 85°C, готовую смесь фризеровали, охлаждали до температуры (4±1)°C. После фасования образцы замораживали по первому способу.

Десерт характеризуется массовой долей сухих веществ – 25-35%, сахарозы – до 32, массовой долей фруктов – 5%.

#### Результаты и их обсуждения

Результаты исследований позволили на научно обоснованной основе выделить агропищевые аспекты моделирования процесса переработки в технологии, связать выявленные положительные и отрицательные стороны этапов переработки фруктового сырья, скомбинировать требуемые свойства готового десерта.

*1. Повышение пищевой ценности* в части содержания витаминов С, Р и пектина и обеспечения витаминной активности по результатам комплексного анализа данных достигалось благодаря увеличению массовой доли фруктов в составе до 50%, а также за счет исключения стадий пастеризации ягодного сырья и фризирования смеси. Производство продукта в осенне-зимний период обеспечивается за счет использования быстрозамороженного сырья (-50°C). В качестве доказательной базы результативности исследований по этому аспекту служат данные по влиянию термической обработки на содержание фенольных соединений, обуславливающих Р-витаминную активность, аромат и окраску готового продукта (табл. 1) и на содержание витамина С (рис. 1). Снижение содержания фенольных соединений в готовом продукте варьировало от 6-15% (в контрольном варианте с тепловой обработкой и фризированием) до 23% (в варианте с тепловой обработкой) к ожидаемым значениям. В варианте без пастеризации содержание фенольных веществ в целом значительно не уменьшалось.

Биохимический анализ содержания витамина С, пектиновых, дубильных и красящих веществ, сахаров, органических кислот показал наилучшие результаты в варианте без пастеризации (табл. 2).

Выявленные существенные различия витаминной активности готовых десертов по сортовым различиям используемого ягодного сырья наглядно представлены на рисунке 1 на примере десертов, приготовленных из ягод черной смородины. Содержание витамина С и Р-активных веществ по сортам уменьшалось на 5-10% (с учетом разбавления), в контрольном варианте (сорт Минай Шмырев) потери витамина С составили только 5%, по сравнению с ожидаемыми данными от значений в исходном сырье.

Таблица 1

Содержание фенольных соединений по видам фруктового сырья

Характеристика получаемых данных	Содержание фенольных соединений по видам фруктового сырья, мг%		
	садовая земляника	крыжовник	черная смородина
Замороженная ягода	11,2±0,4	7,5±0,4	8,0±0,4
Ожидаемые (расчетные) по данным для готового продукта	5,6±0,4	3,8±0,4	4,0±0,4
Замороженный фруктовый десерт: без пастеризации	5,9±0,4	3,5±0,4	4,0±0,4
с пастеризацией обработкой	5,5±0,4	3,0±0,4	3,1±0,4
с тепловой обработкой и насыщением воздухом (контроль)	5,3±0,4	3,2±0,4	3,4±0,4

Примечание. ( $X \pm \delta X$  при  $n = 9$ ), тест Манн-Уитни,  $p \leq 0,05$ .

Таблица 2

Биохимические показатели качества продукта, в среднем за 2008-2009 гг.

Объект исследований	Показатель ( $X \pm \delta X$ при $n = 9$ )*			
	общая сумма сахаров, %	органические кислоты, %	витамин С, мг%	пектиновые вещества, %
Десерт из ягод черной смородины, без пастеризации в технологии	22,5±0,05	1,92±0,12	80,6±0,8	0,81±0,01
Десерт из ягод черной смородины, с пастеризацией в технологии	23,0±0,06	2,56±0,03	52,1±1	0,41±0,01
Десерт из ягод черной смородины, с тепловой обработкой и насыщением воздухом в технологии (контроль)	23,0±0,06	2,89±0,03	34±3	0,38±0,01
Свежая ягода	8,25±0,01	3,2±0,04	170,1±0,4	1,03±0,02

Примечание. Тест Манн-Уитни,  $p \leq 0,05$ .



Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ в десерте из ягод черной смородины разных сортов

2. Требуемая микробиологическая безопасность готового продукта, стабильность биохимических показателей замороженного фруктового сырья обеспечиваются за счет обработки свежего фруктового сырья консервантами нового

поколения (1%-ный водный раствор спиртового уксуса, содержащий *Lactobacillus plantarum* В-578/25, полученный методом ферментации уксуснокислых бактерий), обладающими антиокислительными, анти-септическими и пробиотическими свойст-

вами. Предельно допустимая концентрация по нормативным документам КМАФАнМ (КОЕ в 1,0 г) составляет  $1 \times 10^5$ , фактически  $1 \times 10^2$ , что в 1000 раз меньше предельно допустимой нормы. Содержание патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, не допускается, фактически они не обнаружены. Дрожжей обнаружено меньше  $5 \times 10^1$  (КОЕ в 1,0 г), а допустимое количество  $5 \times 10^2$  (КОЕ в 1,0 г). Плесеней обнаружено меньше  $5 \times 10$ , а допустимое количество  $1 \times 10^2$  (КОЕ в 1,0 г). По всем показателям микробиологический анализ подтвердил безопасность производства фруктовых десертов без пастеризации фруктов. На втором месяце хранения продукта дрожжей и плесеней не обнаружено, произошло незначительное увеличение КМАФАнМ по сравнению с первым месяцем хранения, но осталось в пределах допустимых норм. Микробиологические показатели отвечают требованиям (ПДК) соответствующего СанПиНа (2.3.2.1078-01).

3. Обеспечение заданных органолептических характеристик по основным показателям «вкус» и «аромат» обуславливается требуемым биохимическим составом за счет видового и сортового подбора фруктового сырья с научно установленными количественными и качественными признаками для готового продукта. Готовый продукт должен обладать высокими вкусовыми достоинствами за счет подбора оптимальной композиции компонентов, содержащихся в определенных, рекомендованных формулой сбалансированного питания соотношениях. Кроме того, характеризоваться гомогенной конси-

стенцией, не слишком сильно охлаждать полость рта, медленно таять, сохранять типичность соответствующего вкуса и аромата фруктов, натуральность цвета, наличие и длительность фруктового послевкусия, консистенция должна представлять собой жидкообразную или связанную мягкую дисперсную систему, что зависит от вида сырья. В частности, оценка влияния термической обработки на органолептические показатели фруктового замороженного десерта из ягод садовой земляники и из ягод крыжовника в технологии субъективно определила целесообразность исключения тепловой обработки. Вариант без пастеризации по сравнению с контролем отличался нежной текстурой частиц, оптимальной для восприятия консистенцией, менее ощутимой кожицей фруктов (рис. 2). Полученный результат органолептической оценки коррелирует с данными биохимического состава и морфологическими особенностями используемого сырья. Пастеризация как элемент технологии значительно снижает продолжительность фруктового послевкусия, интенсивность свойственного фруктам аромата в продукте, что также подтверждает биохимический анализ комплексной оценки продукта.

Между тем тепловая обработка позволяет устранить в десерте ощущение волокнистой структуры, размягчает частицы кожицы, что способствует полноте восприятия вкуса и консистенции в целом. Но при пастеризации появляется специфический вкус вареного продукта, снижается интенсивность вкуса, свойственного фруктовому сырью, и витаминная активность.

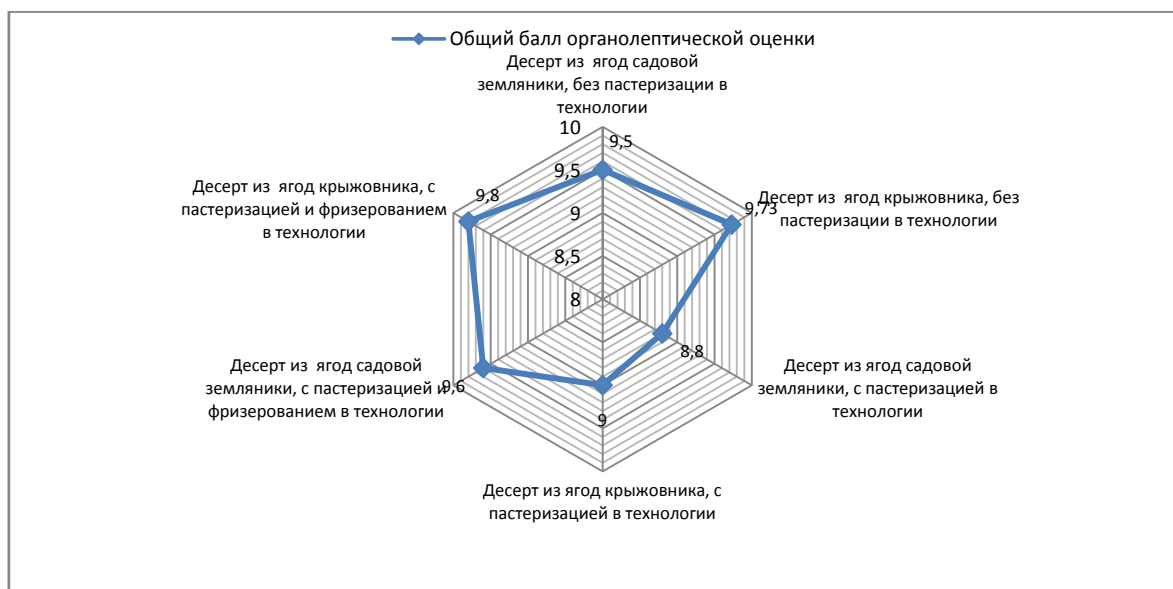


Рис. 2. Общий балл органолептической оценки десертов из ягод садовой земляники и крыжовника

Готовые десерты должны обладать оптимальной внешней привлекательностью, в значительной степени зависящей от их твердости, определяемой по показателю «прочность структуры», и цвета, обуславливаемого во многом биохимическим составом. Результаты биохимических исследований по определению основных значимых в питании показателей готового продукта из ягод разных сортов, в частности, органических кислот, сахаров, дубильных и красящих веществ, аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ объектов исследований свидетельствуют о влиянии на формирование показателей «вкус» и «аромат» сорта фруктового сырья. Например, изученные сорта черной смородины (Созвездие, Черный жемчуг, Зеленая Дымка, Минай Шмырев) по уровню содержания сухих растворимых веществ, которые обуславливают концентрацию клеточного сока и, следовательно, консистенцию продукта, подходят для производства замороженного фруктового десерта. Различное содержание пектиновых веществ по сортам обуславливает разную вязкость смеси, следовательно, консистенцию десерта, что ощутимо при вкусовом восприятии при проведении органолептической оценки.

4. *Формирование структурно-механических свойств готовых десертов* (показателя «текстура» с учетом ее составляющих «консистенция» и «структура») осуществляется с помощью объективных реологических показателей, которые дают более полное представление о некоторых аспектах качества продукта (в частности, объективная оценка сенсорных показателей) и выявляют зависимость от биологического и химического состава (рецептуры) и внутреннего строения (структуры продукта). Установлена взаимосвязь вязкости и биохимического состава фруктовых смесей: изменения показателя вязкости смеси и прочности продукта пропорциональны изменению содержания пектиновых веществ в зависимости от вида и сорта (рис. 3) используемого фруктового сырья, от технологии производства. Эффективная вязкость смеси для десертов в зависимости от способа производства варьировала от 414,8 до 659,86 мПа·с, вязкость смеси с термической обработкой была выше в 1,3 раза по сравнению с контролем. Таким образом, прочность структуры десертов увеличивается при проведении пастеризации фруктовой смеси: структурирующие

микронутриенты (пектин и другие пластификаторы) переходят в активное состояние и распределяются из сырья равномерно по массе всего продукта. Рассчитанное по формуле П.А. Ребиндера предельное напряжение сдвига пастеризованных продуктов, определяющее прочностную характеристику, было также в 2,3 раза больше, чем продуктов, не подвергаемых тепловой обработке. Значения вязкости смеси для фруктового десерта в зависимости от сорта сырья повышались пропорционально увеличению содержания пектиновых веществ, изменяясь в пределах от 957,4 (сорт Минай Шмырев) до 1324,52 мПа·с (смеси из ягод сорта Зеленая Дымка) (рис. 3), и в процессе переработки разных видов сырья (от 0,25% пектиновых веществ в десерте из ягод садовой земляники с вязкостью 345 мПа·с до 0,5 % пектиновых веществ в десерте из ягод черной смородины с вязкостью 1324,52 мПа·с).

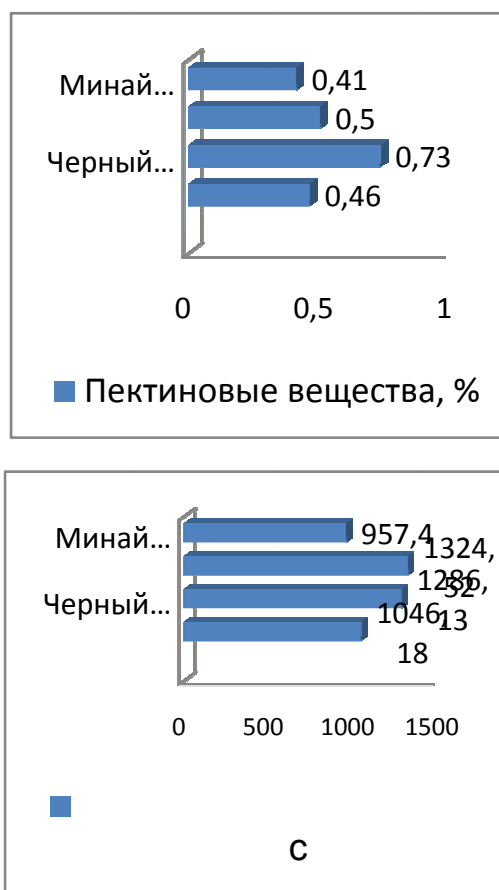


Рис. 3. Содержание пектиновых веществ в продукте и эффективная вязкость смеси продукта из ягод черной смородины разных сортов

Предельное напряжение сдвига продукта варьировало от 64,6 (контроль) до

94,2 кПа (мороженое из ягод сорта Зеленая Дымка). Полученные значения являются важной составляющей при разработке нового и совершенствовании существующего технологического оборудования и подборе соответствующих параметров процесса производства смеси для замороженных десертов.

#### Выводы

Впервые установлены агропищевые закономерности формирования микроструктурных, структурно-механических и органолептических показателей замороженных десертов в зависимости от видового, сортового разнообразия ягодного сырья, выращенного в условиях Московской области, и смоделированы элементы технологии в производстве замороженных фруктовых десертов. Основным итогом работы – оптимизация технологии производства десертов с учетом принципов агропищевой комбинаторики, что позволило получить продукт заданного качества: минимизировано снижение витаминной цен-

ности и внешней привлекательности продукта, исходного аромата и вкуса, улучшены технологические характеристики олигокомпонентного продукта. Результаты получают развитие в научных исследованиях и прикладных разработках участников работы, а также заказчиков-организаций и фирм, сотрудничающих с ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемии.

#### Библиографический список

1. Косой В.Д. Инженерная реология в производстве мороженого / В.Д. Косой, Н.И. Дунченко, А.В. Егоров. – М.: ДеЛи-принт, 2008. – 196 с.
2. Оленев Ю.А. Технологическая инструкция по производству мороженого / Ю.А. Оленев, Н.Н. Шпякина и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 189 с.
3. Сборник докладов 8 Международного форума «Пищевые ингредиенты XXI века» в рамках выставки «Пищевые ингредиенты, добавки и пряности / Ingredients Russia 2007; под ред. А.П. Нечаева. – М.: Крокос Экспо, 2007. – 136 с.



УДК 664.338.439.004.7

С.Ю. Бузоверов,  
Г.А. Антишина

### ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

**Ключевые слова:** зерно пшеницы, мукомольное производство, интенсификация увлажнения, гидротермическая обработка, отволаживание, атмосферное давление, вакуум.

Основой создания продовольственного фонда страны является зерно, поэтому

повышение его производства и развитие последующей переработки в продукты питания являются весьма актуальными [1].

В настоящее время на мукомольных предприятиях малой и средней мощности существует проблема нехватки площадей под необходимое число бункеров для отволаживания зерна перед помолом. В