

РАЗДЕЛ 2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК: 664.856:633.43

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОРКОВИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА НЕКТАРА НА ЕЁ ОСНОВЕ

С. В. Ремизов, Л. А. Маюрникова, М. С. Куракин

Приводятся результаты исследования структурно-механических свойств и антиоксидантной активности различных сортов моркови и овощных нектаров. Изучены прочностные характеристики исследуемых образцов моркови, дана характеристика структуры мякоти моркови. Показана зависимость содержания сухих веществ от концентрации ферментного препарата. Исследована динамика роста сухих веществ и выхода сока в течение мацерации мякоти различных сортов моркови.

Ключевые слова: структурно-механические свойства сырья, морковь, нектар.

В последнее время наблюдается тенденция роста потребления различных видов напитков населением России: безалкогольных напитков, соков, нектаров и др. При этом объем потребления овощных соков составляет лишь незначительную часть общего потребления фруктовых и овощных соков. Несмотря на низкий уровень потребления, низкокалорийные овощные соки пользуются все большим вниманием потребителей, так как они возбуждают аппетит и регулируют пищеварение.

Все овощные соки отличаются высоким содержанием питательных веществ - микроэлементов, балластных и минеральных веществ, витаминов. По мере осознания потребителями необходимости сохранения и укрепления здоровья, вносящие разнообразие в ассортимент напитков овощные соки приобретают все большее значение в связи с их лечебно-профилактическими свойствами. С другой стороны, известно, что некоторые виды овощей обладают выраженной способностью к накоплению ряда контаминатов, например нитратов. В этой связи производителями овощного сырья и готовой продукции предпринимаются меры по выполнению требований нормативных актов по ограничению их остаточного содержания. Это осуществляется путем проведения соответствующих агротехнических мероприятий, выбора подходящих сортов, применения удобрений только по мере необходимости и использования соответствующих методов уборки урожая. В настоящее время существуют технологии, позволяющие добиться снижения уровня содержания нитратов в овощах к моменту дос-

тижения ими товарной спелости техническими способами.

Овощные соки в соответствии с их консистенцией и составом подразделяют на соки с мякотью и нектары. В большинстве случаев овощные соки, изготовленные из одного вида (сорта) овощей, и овощные нектары выпускаются с естественной мякотью, и лишь в исключительных случаях для осветления они подвергаются фильтрованию или интенсивному сепарированию (например, в случае свекольного сока или сока кислой капусты).

Овощные соки в зависимости от содержания суспендированных частиц могут проявлять истинно-вязкие, структурно-вязкие или пластичные свойства, а также занимать промежуточное положение. Так осветленные до прозрачного состояния овощные соки обладают истинно-вязкими свойствами, то есть они являются ньютоновскими жидкостями, а неосветленные соки с мякотью теряют свою истинную вязкость, приобретая при этом в той или иной степени (в зависимости от содержания взвеси) структурно-пластичные свойства.

Стабильность взвеси у таких соков с мякотью достигается с большим трудом и зависит от содержания в жидкой фазе суспендированных твердых частиц, а также от соотношения между количествами мякоти и жидкой фазы. Нестабильность, выражающаяся в образовании взвешенных ассоциатов растворенных коллоидных частиц, которые затем более или менее быстро седиментируют, зачастую возникает на стадии консервирования. Форма диспергированных частиц, распределение их размеров, гидратные оболочки на поверхности частиц, природа и содержание растительных

коллоидов – все это оказывает влияние на стабильность взвеси. [1].

Производство овощных нектаров обладает особой спецификой в виду перерабатываемого сырья. Овощи обладают высокой механической прочностью и более высоким содержанием сухих веществ по сравнению с фруктами, плодами и ягодами. Кроме того переработка овощей осложняется такими операциями как мойка и очистка, что, в свою очередь, влечет за собой дополнительные затраты на технологические операции и соответствующие единицы оборудования. Всё это свидетельствует о том, что уже на этапе разработки новой продукции необходимо изучать необходимость и целесообразность каждого технологического этапа чтобы с одной стороны, минимизировать затраты на производство, а с другой – получить качественный, конкурентоспособный продукт.

Особенно актуальна данная задача для малых предприятий, так как в этих условиях зачастую производство подразумевает сокращение технологических операций. Положительным является то, что существует возможность комплексно изучить все стадии технологического процесса.

Процессы и параметры каждой технологической операции определяются и регламентируются на стадии проектирования продуктов питания. Проектирование новых продуктов питания, особенно продуктов с заданными потребительскими свойствами должно осуществляться с учетом требований, как производителя (разработчика), так и потребителя. Для того чтобы создать качественный новый продукт питания с заданными потребительскими свойствами и учесть все предъявляемые требования, процесс проектирования должен опираться на мощный системный инструмент. Таким инструментом может быть общий функциональный анализ на базе функционально-стоимостного анализа и функционально-физического анализа. Особенно это является актуальным в условиях разработки новых видов продуктов для малых предприятий [3].

В рамках реализации НИОКР «Разработка технологии получения нектаров на примере базового морковного нектара и изучение его функциональных свойств» по программе «СТАРТ» проводятся исследования, направленные на изучения структурно механических свойств моркови и их влияние на качество готовой нектара.

Одним из закладываемых потребительских свойств рассматриваемого нектара является стабильность консистенции нектара

или способность противостоять расслаиванию на твердую и жидкую фазу в процессе хранения. Продукт с такими органолептическими свойствами можно получить путем образования коллоидной системы, для этого в свою очередь необходимо довести размеры частиц мякоти до оптимальных. Мякоть овощей представляет собой паренхимную ткань, построенную из соответствующих тонкостенных клеток, все три измерения (длина, ширина, высота) которых примерно одинаковы. Величина клеток отличается большим разнообразием и зависит от вида, степени зрелости, условий выращивания овощей. Основными компонентами растительной клетки являются клеточная оболочка (стенка) и содержимое клетки – протопласт, который состоит из цитоплазмы, ядра, вакуоли, пластид, мембран и других образований. Все ультраструктуры клетки окружены мембраной толщиной 7,5-10 нм. Клеточная стенка обеспечивает механическую прочность клетки, придавая ей жесткую (ригидную) структуру, благодаря чему клетка выдерживает высокое внутреннее осмотическое давление (5-20 МПа). Растительные клетки имеют сложную клеточную стенку, построенную из целлюлозных микрофибрилл, погруженных в матрикс (из пектина и гемицеллюлоз). Биополимеры оболочки растительной клетки являются одними из самых прочных природных соединений, которые при получении продуктов питания необходимо разрушить до определенной степени.

Методы исследования. Изучение структурно-механических свойств моркови проводилось при помощи прибора Структурометр марки СТ-1. Проведение экспериментальных исследований по определению предела прочности и модуля упругости в условиях квазистатического нагружения до разрушения, проводилось при одинаковых скоростях. В качестве образцов использовались кубики свежей и подсушенной моркови с размером грани 10 мм. Испытаниям подвергали морковь различных сортов – Нантская, Форто, Тушон, выращенных в Кемеровском районе и выбранных в качестве оптимальных для производства нектара. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

В результате проведенных экспериментальных исследований квазистатическим нагружением установлены прочностные характеристики растительного сырья. Анализ полученных экспериментальных зависимостей прочностных характеристик дает основания полагать, что с увеличением скорости деформирования предельные напряжения разрушения материалов растительного проис-

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО–МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОРКОВИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА НЕКТАРА НА ЕЁ ОСНОВЕ

хождения увеличиваются, достигая максимума при средних скоростях измельчения, а затем снижаются, что объясняется адгезионной природой прочности в растительном сырье, наличием естественных концентраторов напряжений в поверхностных зонах взаимодействий структур материала как на микро, так и на макроуровнях.

На следующем этапе были проведены исследования процесса измельчения корнеплодов моркови для получения необходимых

размеров частиц мякоти. Испытаниям подвергались те же образцы моркови сортов Нантская, Форто, Тушон. На первом этапе корнеплоды измельчали на центрифужной соковыжималке. Выход сока при таком способе измельчения составляет 48-55 % в зависимости от сорта. После измельчения мякоть подвергали микроскопированию на электронном микроскопе при двукратном увеличении, результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Прочностные характеристики исследуемых образцов моркови

Сорт моркови	Вид нагружения	Аппроксимационная зависимость, $y = ax$	Коэффициент среднеквадратичного отклонения, R^2	Предельное напряжение, у, КПа, $P_{\text{вд}}$, Н*м
<i>Свежая</i>				
Нантская	Сжатие	$y=955,86x$	0,9128	484
Форто	Сжатие	$y=1034,2x$	0,9516	628
Тушон	Сжатие	$y=1505,6x$	0,9757	817
Нантская	Резание	$y=0,0199x$	0,8281	0,059
Форто	Резание	$y=0,0206x$	0,9181	0,027
<i>Подсушенная</i>				
Нантская	Резание	$y=0,0244x$	0,8542	0,083
Форто	Резание	$y=0,0355x$	0,8143	0,187
Тушон	Резание	$y=0,0151x$	0,6846	0,068
Нантская	Сжатие	$y=648,9x$	0,9053	425
Тушон	Сжатие	$y=784,24$	0,8779	481

Таблица 2 – Характеристика структуры мякоти моркови

Сорт моркови	Выход сока, %	% с.в., в соке	Средняя длина частиц, мкм	Средняя площадь частиц, мкм ²	Средняя интенсивность светопропускания
Нантская	55	9	586,3±206,6	227397,7±99392,7	805,6±167,6
Форто	54,5	10	657,6±392,9	163310,5±123533,5	1880,7±750,4
Тушон	48	10	735±375,9	203465±146808,6	1187,8±203,6

Результаты исследований свидетельствуют о том, что наибольший выход сока – 55 % и 54,5 % имеют сорта моркови Нантская и Форто, а наименьший морковь сорта Тушон – 48 %. Содержание сухих веществ в соке сортов моркови составило 9-10%, что является хорошим показателем.

Мякоть моркови после измельчения представляет собой хлопья различной формы и длины так длина частиц мякоти моркови сорта Нантская изменяется от 357,8 до 758,2 мкм, площадь частицы от 116380 до 380110, мкм². Среднее значение интенсивности светопропускания свидетельствует о толщине частицы, так для частиц мякоти моркови сорта Нантская интенсивность изменяется в пределах от 614,9 до 925,5.

Средняя длина частиц мякоти моркови сорта Форто составила 657,6±392,9 мкм,

площадь частицы 163310,5±123533,5 мкм², средняя интенсивность 1880,7±750,4. Средняя длина частиц мякоти моркови сорта Тушон составила 735±375,9 мкм, площадь частицы 203465±146808,6 мкм², средняя интенсивность 1187,8±203,6. Таким образом, можно сделать вывод, что данный способ измельчения не позволяет получить заданных характеристик мякоти и, как следствие, стабильной консистенции нектара в процессе его хранения.

Одним из ключевых факторов оценки потребительской стоимости для пищевых продуктов является внешний вид и консистенция. В пищевой промышленности применяются различные методы для придания нужной консистенции тем или иным продуктам питания. В последнее время существует тенденция формировать необходимую консистенцию внесением пищевых добавок как на-

турального, так и синтетического происхождения (загустители, стабилизаторы и др.). Известно, что использование синтетических пищевых добавок в качестве рецептурных компонентов пищевых продуктов отрицательно сказывается на здоровье потребителей. Существуют так же различные способы гомогенизации, однако применение этой операции предполагает включение в технологическую линию дополнительных единиц оборудования, что в конечном итоге сказывается на цене продуктов питания.

Придание стойкости консистенции за счёт формирования коллоидной системы не требует существенных затрат, и не предполагает внесение дополнительных пищевых добавок. Сложность создания коллоидной системы в нектаре заключается в придании частицам мякоти необходимого размера. Механическое измельчение не обеспечивает минимальный размер, применение ферментативного гидролиза способствует дальнейшему разрушению частиц мякоти.

Многочисленные исследования последних лет подтверждают эффективность применения ферментативной обработки мезги для увеличения выхода сока. Ферментативная обработка плодово-ягодной и овощной мезги приводит к расщеплению структуры пектинового комплекса клеток ткани, в связи с чем она более целесообразна при получении соков с мякотью и однокомпонентных пюре. С учетом этого для увеличения выхода сока из мякоти в технологии разрабатываемого продукта предполагается использовать мацерирование. В процессе мацерации идет частичный гидролиз клеток паренхимной ткани, под действием ферментов пектолитического действия, что так же изменяет размер частиц.

На основе литературных данных, а также результатов собственных исследований выбран препарат Фруктоцим Коллор (Erbsloh Geissenheim AG, Германия). Для определения оптимальной концентрации фермента, было подготовлено 8 образцов мезги с различной концентрацией ферментного препарата. Мацерацию проводили в течении 2 часов при температуре 55° С. Для равномерного распределения концентрированного ферментного препарата в общей массе измельченной моркови его вводили в морковный сок и тщательно перемешивали. Доля препарата к массе моркови составила 10%, соотношение ферментного препарата и подготовленной мезги представлено в таблице 3.

Результаты показали, что во втором образце мацерация не дала ожидаемых резуль-

татов. В виду низкой концентрации ферментного препарата, изменение концентрации от 0,5 до 1 мл увеличивает содержание сухих веществ на 1,5 %, мякоть визуально мало отличается от исходной. Дальнейшее увеличение концентрации ферментного препарата позволяет получить пюреобразную консистенцию мякоти. Однако изменяется цвет мякоти с ярко-оранжевого до тёмно-оранжевого, появляется горький вкус и неприятный запах, который снижает органолептические показатели мякоти моркови. Данный факт видимо объясняется глубоким гидролизом сахаров и образованием оксиметилфурфурола. Зависимость содержания сухих веществ от концентрации ферментного препарата представлена на рисунке 1.

Таблица 3 – Концентрация ферментного препарата в образцах

№ пробы	Масса мезги, г	Объем 10% препарата, мл
1	10	0
2	10	0,1
3	10	0,5
4	10	1
5	10	1,5
6	10	2
7	10	2,5
8	10	3

Концентрация ферментного препарата 0,005–0,01 % по массе подготовленной мезги позволяет провести мацерацию без изменения органолептических показателей, а так же увеличить выход сока.

После определения концентрации препарата, образцы моркови различных сортов были подвергнуты мацерации в течение 3-х часов при температуре 55°С. Через каждые полчаса проводился замер выхода сока и содержание в нем сухих веществ. Результаты эксперимента представлены в рисунках 2-4. Результаты свидетельствуют о том, что продолжительная мацерация не даёт прироста сухих веществ и выхода сока, оптимальное время мацерации составляет 2 часа. Максимальный выход сока наблюдается у мякоти моркови сорта Форто – 66 %, выход сока из мякоти сортов Нантская и Тушон составляет 60 и 63 % соответственно. Прирост сухих веществ составил 1,5-2 %, максимальный прирост сухих веществ наблюдается в соке моркови сорта Нантская. В среднем мацерация увеличивает выход сока на 6,6±2 % в зависимости от сорта моркови.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОРКОВИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА НЕКТАРА НА ЕЁ ОСНОВЕ

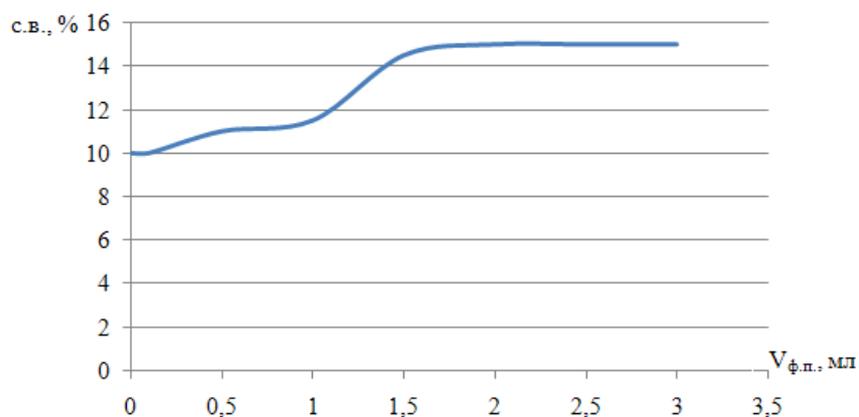


Рисунок 1 – Зависимость содержания сухих веществ от концентрации ферментного препарата

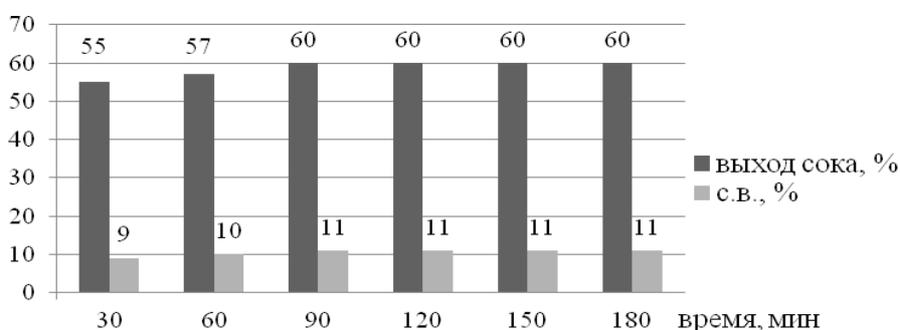


Рисунок 2 – Динамика роста сухих веществ и выхода сока в течение мацерации мякоти моркови сорта Нантская

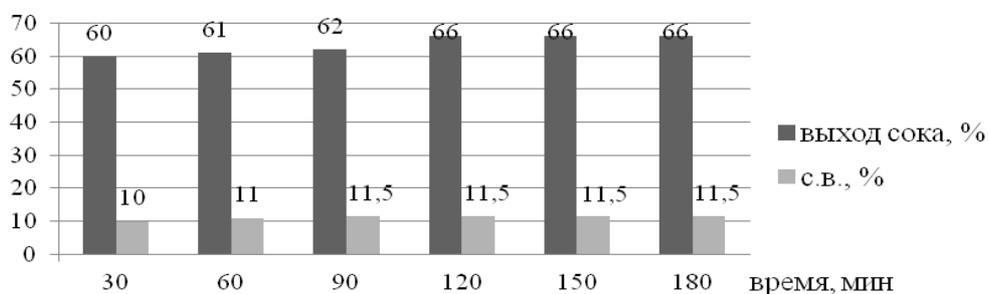


Рисунок 3 – Динамика роста сухих веществ и выхода сока в течение мацерации мякоти моркови сорта Форто

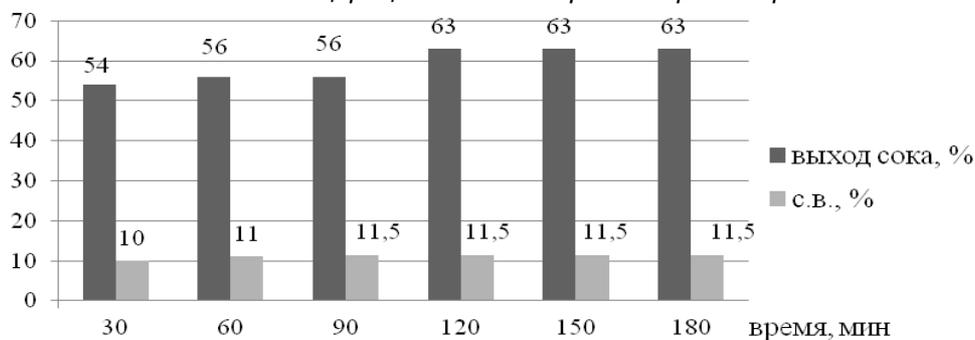


Рисунок 4 – Динамика роста сухих веществ и выхода сока в течение мацерации мякоти моркови сорта Тушон

Для инактивации фермента мякоть моркови подвергали нагреву при температуре 80-90°C, в течении 1,5-2 минут. После инактивации образцы мацерированной мякоти морко-

ви микроскопировали на электронном микроскопе с двукратным увеличением, результаты микроскопирования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика структуры мякоти моркови после мацерации

Сорт моркови	Средняя длина частиц, мкм	Средняя площадь частиц, мкм ²	Средняя интенсивность светопропускания
Нантская	844,6±323,9	360437±167380,2	784±189,3
Форто	961,6±298,4	327633,3±174104,3	1030,6±288,3
Тушон	779,3±295,5	216723±122788,6	717,7±37,2

Мякоть моркови после мацерации изменилась незначительно, частицы мякоти представляет собой хлопья различной формы и длины. Средние значения длины и площади частиц практически не изменились, так длина частиц мякоти моркови сорта Нантская изменяется от 568,7 до 1201,2 мкм, площадь частицы от 200752,5 до 543575,4 мкм². Средняя длина частиц мякоти моркови сорта Форто составила 961,6±298,4 мкм, площадь частицы 327633,3±174104,3 мкм², средняя интенсивность 1030,6±288,3. Средняя длина частиц мякоти моркови сорта Тушон составила 779,3±295,5 мкм, площадь частицы 216723±122788,6 мкм², средняя интенсивность 717,7±37,2.

Результаты исследований позволяют считать что, в процессе мацерации проходит поверхностный гидролиз паренхимной ткани мякоти моркови, который не влияет на размеры частиц мякоти, однако увеличение выхода сока и прирост сухих веществ указывают на то, что гидролиз проходит успешно.

Дальнейшее измельчение мякоти моркови проводилось на куттере, однако измельчение сухой мякоти нарушает принцип куттера ввиду отсутствия адгезии и низкой вязкости частиц. Для успешного измельчения необходимо повысить влажность мякоти путем добавления воды. Для определения гидро модуля к сухой мезге добавляли воду и проводили измельчение, часть воды увеличивали, пока масса взвешенных частиц не образовала турбулентную струю. Рабочая камера представляет собой чашу с герметичной крышкой, рабочими органами машины являются четыре пластинчатых ножа. В рабочую камеру загружали предварительно грубоизмельченную морковь с добавлением воды (гидромодуль 1:3) и снимали показания ваттметра при частоте вращения 1200 об/мин, на холостом ходу мощность составляет 100 ватт. В результате проведенных исследований получили график зависимости изме-

нения мощности от времени измельчения, который представлен на рисунке 5.

После измельчения мякоть моркови вновь подвергли микроскопированию, в процессе анализа данных, была установлена тенденция к снижению размеров частиц мякоти. Размеры частиц составили от 3 до 400 мкм, данный размер частиц потенциально может образовывать коллоидную структуру мякоти, обеспечить стойкую консистенцию нектара при хранении, результаты исследования представлены на рисунке 6.

В процессе исследования установлено, что максимальная мощность, затрачиваемая на измельчение моркови составляет 508 Вт, частота вращения изменяется в пределах от 1000 до 1170 оборотов в минуту. Проведенный дисперсионный анализ частиц мякоти моркови после измельчения на куттере показал, что 50 % частиц имеют размер до 10 мкм, это говорит о коллоидной структуре консистенции мякоти моркови.

В связи с тем, что разрабатываемый продукт относится к группе – нектары, что обуславливает обязательное наличие мякоти, одной из задач разработки является обеспечение стойкости нектара в процессе хранения. Процесс изучения стойкости консистенции проводился на разных этапах технологического процесса – характеристика и поведение мякоти после первичного измельчения, характеристика и поведение мякоти после измельчения на куттере с добавлением воды, консистенция готового нектара. Исследования проводили с помощью электронного микроскопа, результаты исследования представлены в таблице 5.

Анализ результатов показали, что комплексный поэтапный подход к доведению мякоти моркови до размеров частиц, способствующих стабильной консистенции готового продукта позволил получить мякоть в готовом нектаре размеров 184,2 мкм и повысить время расслоения фаз жидкость: мякоть до более чем 2-х часов. При этом мякоть не осе-

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО–МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОРКОВИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА НЕКТАРА НА ЕЁ ОСНОВЕ

дала плотным слоем и становилась взвесью после легкого взбалтывания.

Полученные результаты совместно с другими характеристиками образцов исследуемой моркови лягут в основу дальнейшего

проведения НИОКР. На основе полученных данных будет производиться подбор оборудования и дальнейшее проектирование технологической линии производства нектара в условиях малого предприятия.

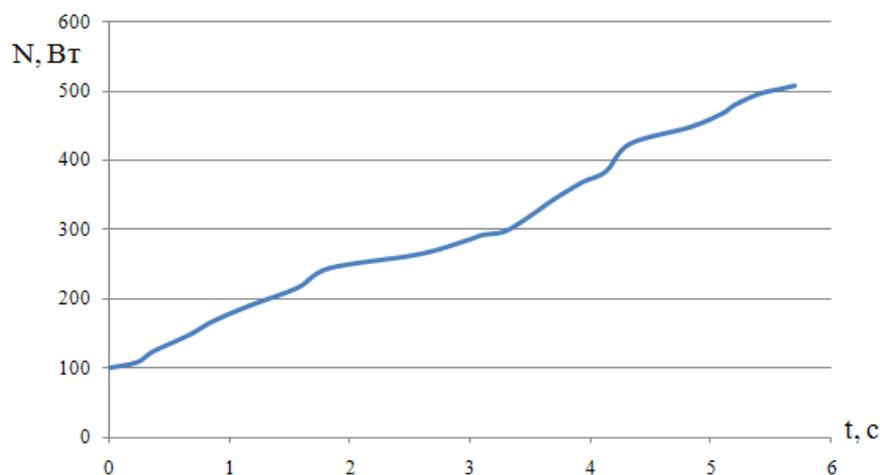


Рисунок 5 – График зависимости изменения мощности на измельчение от времени

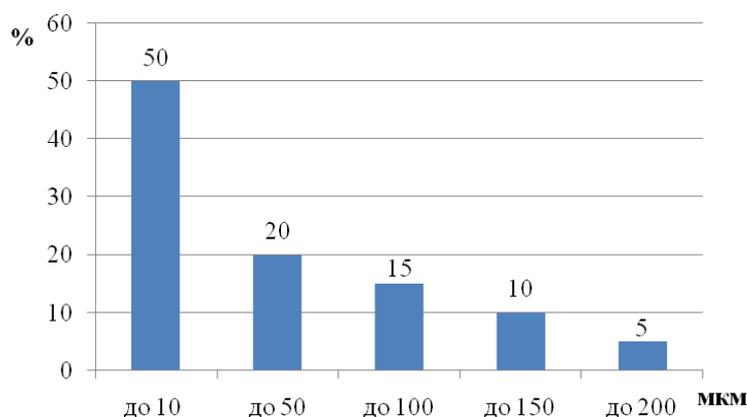


Рисунок 6 – Дисперсионный анализ размеров частиц мякоти моркови

Таблица 5 – Характеристика мякоти моркови и время расслоения модельного раствора нектара

Наименование	Средняя площадь частицы, мкм ²	Время расслоения, мин
Мякоть после первичного измельчения	227397,7	5
Мякоть после измельчения на куттере	1402,9	20
Мякоть готового нектара	184,2	1680

Ценность овощных соков и нектаров с точки зрения физиологии питания заключается в их высокой насыщенности питательными веществами. Они, как правило, низкокалорийны и содержат большое количество витаминов, минеральных веществ, микроэлементов и нерастворимых балластных соединений. Результаты эпидемиологических исследований показывают, что содержащиеся в

овощных соках витамины С, Е и провитамин А проявляют в отношении клеток организма человека защитное действие, предохраняя их от окислительных повреждений. Этот защитный эффект основывается на способности этих и других веществ, обладающих антиокислительными свойствами (антиоксидантов), блокировать образование свободных радикалов и связывать эндогенные, реакци-

онноспособные кислородсодержащие соединения [1].

В течение последних десятилетий свободные радикалы являются объектом многочисленных исследований ученых. Существуют доказательства, что они причастны к возникновению и развитию более чем 50 различных заболеваний человека и животных. Антиоксиданты – вещества, способные тормозить процессы радикального окисления органических и высокомолекулярных соединений, тем самым снижая выход продуктов этого окисления: гидроперекисей, спиртов, альдегидов, кетонов, жирных кислот и т.д. Это является очень важным, так как свободные радикалы в организме человека становятся причиной преждевременного старения, лучевой болезни, токсикозов, заболеваний сердечно-сосудистой системы, различных видов злокачественных опухолей, нейродегенеративных заболеваний.

Способность антиоксидантов нейтрализовать свободные радикалы зависит не только от их общей концентрации, но и от скорости реакций. В зависимости от структуры они могут захватывать радикалы с различной скоростью проявляя при этом различную активность. Среди антиоксидантов можно выделить соединения, имеющие в своей структуре ароматические кольца, связанные с одной или несколькими гидроксильными группами (витамины А, D, Е, К, F; убихиноны, триптофан, фенилаланин, флавоноиды, каротины и каротиноиды); вещества, имеющие в своем составе SH-группы (глутатион, эрготин, серосодержащие аминокислоты: цистеин, цистин, метионин). Кроме того, антиоксидантные свойства проявляют многие химические соединения, в том числе и низкомолекулярные, относящиеся к различным химическим классам, а именно аскорбиновая кислота (витамин С), мочевины, мочевины, церуплазмин, ликопен, большинство пигментов (каротиноиды, флавоноиды, билирубин). Все эти вещества являются либо «ловушками» активных форм кислорода (АФК), либо разрушают перекисные соединения.

На сегодняшний день изучение антиоксидантных свойств природных веществ и биообъектов является одной из актуальных проблем. Актуальность задачи определяется и тем, что в настоящее время в ведущих странах широко дискутируется вопрос о нормировании показателя содержания антиоксидантов при сертификации и использовании его в качестве объективного критерия, как положительного влияния антиоксидантных веществ на здоровье человека, так и показа-

теля высокого качества поступающих на рынок овощей и продуктов их переработки [2].

В связи с широким распространением овощных культур и универсальным использованием их в пищевой и перерабатывающей промышленности, высокими вкусовыми качествами и диетическими свойствами, актуальным является создание сортов и гибридов овощей специального назначения с высоким содержанием антиоксидантных веществ, влияющих на их биологическую активность и продолжительность хранения. Использование современных методов определения биохимических показателей способствует повышению их эффективности в селекции овощных культур и прогнозированию степени проявления тех или иных признаков у сортов при их выращивании в различных условиях.

На рынке пищевой продукции, как в России, так и за рубежом в последние годы активно используются в рекламных целях термин «антиоксиданты» и их присутствие в продвигаемых на рынок продуктах. Однако, как правило, разработчики продукции и производители не ставят вопросов о количественной мере содержания антиоксидантов в продукции и не закладывают этот показатель в технические условия. Это связано с отсутствием нормативной базы, регламентирующей этот показатель.

Одним из главных потребительских свойств разрабатываемого морковного нектара является, повышенная по сравнению с аналогами антиоксидантная активность, в процессе работы изучали содержание антиоксидантов в сырье и готовом продукте. Кроме того, определяли содержание бета каротина и витамина С. После определения их фактического содержания изучали сохраняемость антиоксидантов на различных этапах технологического процесса. В экспериментальных исследованиях использовали прецизионный кулонометр «Эксперт-006-антиоксиданты», разработанный и серийно выпускаемый НПК ООО «Эконикс-Эксперт», г. Москва, №23192-02 в Госреестре средств измерений РФ.

Исследования проводились по методике определения антиоксидантной активности (МВИ 01-44538054-07). Методика предназначена для количественного химического анализа суммарной антиоксидантной активности в лабораторных условиях в пересчете на стандартный образец пищевых продуктов: овощных и фруктовых соках, сушеных овощах и фруктах, и т.д., методика разработана в соответствии с ГОСТ.

Прибор откалиброван стандартным образцом рутин по ГФ, ТУ 2638-011-80884467-

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО–МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОРКОВИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА НЕКТАРА НА ЕЁ ОСНОВЕ

10, сертификат соответствия № 000107 от 03.02.2012. Введено 50 мкл, найдено 52,2±0,9 мкл, $S_r=0,03$.

Для проведения исследований антиоксидантной активности веществ в сырье, использовали морковь трех сортов – Нантская, Форто, Тушон, являющимися базовыми рецептурными компонентами нектара морков-

ного. Кроме того, определяли АОА в сиропах «Лесовичок» (ООО «Лена», г. Новокузнецк), Малина и Облепиха (ОАО «Кемеровская фармацевтическая фабрика», г. Кемерово), Лесные ягоды («SPILVA», Латвия), предполагаемые к использованию в рецептуре нектара в качестве купажа. Результаты испытаний представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Антиоксидантная активность моркови и сиропов

Наименование продукта	Суммарная АОА, мг рутина		Сумма каротиноидов, мг на 100 гр	Содержание АК, мг на 100 гр
	X	E _{отн}		
Морковь Нантская	161±14,4	8,26	25,26±2,31	22,35±0,1
Морковь Форто	129±5,4	3,87	13,3±3,95	21,57±0,09
Морковь Тушон	116,7±7,8	6,16	18,5±4,61	27,43±0,1
Сироп «Лесовичок»	130,6±12,7	9,2	-	-
Сироп Облепиха	117,5±6,4	8,6	-	-
Сироп Малина	108,2±2,5	3,6	-	-
Сироп Лесные ягоды	93,2±4,2	7,1	-	-

Из трех исследуемых сортов моркови максимальной активностью обладает морковь сорта Нантская – 161 мг (в пересчете на рутин), морковь сортов Форто и Тушон 129 и 116,7 мг соответственно. Из ряда исследуемых сиропов, различных производителей максимальной антиоксидантной активностью обладает сироп «Лесовичок» 130,6 мг, активность других сиропов составляет от 93,2 до 117,5 мг рутина.

Морковь сорта Нантская, потенциально предполагаемая для использования в производстве нектара имеет достаточно высокое содержание каротиноидов (25,26 мг/100 г) и витамина С (22,35 мг/100 г). Содержание витаминов в остальных сортах моркови чуть меньше.

Для определения сохраняемости биологически активных веществ в процессе производства нектара, определяли антиоксидант-

ную активность до и после мацерации моркови, а также до и после стерилизации нектара. Результаты испытаний представлены в таблицах 7-8.

В процессе испытаний экспериментально установлено, что этап мацерации на 1-2 % (тенденция) увеличивает антиоксидантную активность, ввиду того, что из клеток тканей в процессе гидролиза высвобождается дегидроаскорбиновая кислота и другие витамины.

Исследования антиоксидантной активности готовых продуктов показали, что активность разрабатываемого продукта на 10-15 % выше аналогов имеющихся на рынке. Установлено, что антиоксидантные свойства увеличиваются при невысокой концентрации облепихового сиропа, при этом отмечается повышение органолептических свойств разрабатываемого продукта.

Таблица 7 – Антиоксидантная активность до и после мацерации моркови

Наименование продукта	Суммарная АОА, мг рутина		Сумма каротиноидов, мг на 100 гр	Содержание АК, мг на 100 гр
	X	E _{отн}		
<i>до мацерации</i>				
Морковь Нантская	161±14,4	8,26	25,26±2,31	22,35±0,1
Морковь Форто	129±5,4	3,87	13,3±3,95	21,57±0,09
Морковь Тушон	116,7±7,8	6,16	18,5±4,61	27,43±0,1
<i>после мацерации</i>				
Морковь Нантская	172,6±23,3	16,8	7,8±2,4	26,1±0,51
Морковь Форто	124,4±6,85	5,09	7,6±0,65	26,1±0,35
Морковь Тушон	161,7±13,3	7,6	7,8±0,41	28,1±0,43

Таблица 8 – Антиоксидантная активность готового нектара

Наименование продукта	Суммарная АОА, мг рутина		Сумма каротиноидов, мг на 100 г	Содержание АК, мг на 100 г
	X	E _{отн}		
<i>до стерилизации</i>				
Нектар с сиропом «Лесовичок»	90,8±6,8	9,3	15,4±0,56	27,8±2,3
<i>после стерилизации</i>				
Нектар с сиропом «Лесовичок»	79,8±1,7	2,7	7,9±0,49	27,03±1,4
Нектар с сиропом «Лесовичок» и Малина	94±11,3	9,1	9,9±3,2	29,5±0,7
Нектар с сиропом «Лесовичок» и Облепиха	110,1±4,5	3,8	12,6±2,1	31,2±0,6
Нектар с сиропом «Лесовичок» и Лесные ягоды	94±8,6	12,3	6,9±4,7	26,8±0,9
<i>готовые нектары других производителей</i>				
Нектар морковный «Теди», ООО «СМП «МАРК – IV», РФ	79,8±10,8	7,8	11,9±2,8	21,3±0,67
Сок яблочно-морковный «Гербер», Nestle	81,6±7,3	10,1	6,3±2,7	17,5±1,3

Анализ результатов показал, что антиоксидантная активность разрабатываемого морковного нектара на 10 -15% выше, чем у аналогов; процесс мацерации, как этап, необходимый для достижения заданных размеров частиц мякоти моркови, способствует увеличению антиоксидантной активности. Это может быть объяснено тем, что в результате гидролиза растительных тканей в экстракт переходят витамины, находящиеся в них в связанном состоянии. Однако необходимо отметить, что содержание бета-каротина в процессе мацерации снижается на 50%.

Таким образом, исследования структурно-механических свойств и антиоксидантной активности являются частью формирования потребительских (в том числе функциональных) свойств нектара морковного. Разрабатываемый продукт планируется внедрять в рационы питания различных учреждений дошкольного и школьного образования и объектах социальной сферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / У. Шобингер. – СПб: Профессия, 2004. – 640 с.

2. Лапин, А.А. Применение метода гальваностатической кулонометрии в определении антиоксидантной активности овощей и продуктов их переработки (Научно-методическое пособие) / А.А. Лапин, В.Н.Зеленков, В.А.Борисов. – М.:РАЕН, 2008. – 54 с.

3. Ремизов, С.В. Исследования структурно механических свойств моркови на этапе проектирования технологии производства морковного нектара. / С.В.Ремизов. – Международный научный форум «Пищевые инновации и биотехнологии»: сборник материалов конференции. Кемерово, 2013. – С. 1088-1092.

Ремизов С.В., аспирант кафедры «Технология и организация общественного питания» ФГБОУ ВПО КемТИПП, тел.: 8(3842) 39-68-56. E-mail: nir@kemtipp.ru.

Маюрникова Л.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология и организация общественного питания» ФГБОУ ВПО КемТИПП, тел.: 8(3842) 39-68-56. E-mail: nir@kemtipp.ru.

Куракин М.С., к.т.н., доцент кафедры «Технология и организация общественного питания» ФГБОУ ВПО КемТИПП, тел.: 8(3842) 39-68-56. E-mail: kurakin1979@mail.ru.