

**Г.Е. Иванец, Е.А. Светкина, А.Н. Потапов**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЭРИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ**

---

Разработаны технологии производства комбинированных взбитых продуктов на молочной основе в роторно-пульсационном аппарате. В качестве наполнителей использовали различные виды растительного сырья. Результаты экспериментальных данных показали эффективность обработки продуктов в роторно-пульсационном аппарате.

---

Роторно-пульсационный аппарат, диспергирование, гомогенизация, растительное сырье.

---

### **Введение**

Одной из задач государственной политики в области здорового питания населения является создание обогащенной пищевой продукции для сбалансированного питания и соответствующих технологий. Целью работы является разработка технологических основ производства ряда комбинированных продуктов в роторно-пульсационном аппарате (РПА).

### **Объекты и методы исследований**

Объектом исследования является роторно-пульсационный аппарат, принцип действия которого основан на комплексном взаимодействии механического перемешивания и акустических колебаний, генерируемых ротором. Чередующееся с одинаковой частотой перекрывание прорезей статора и ротора приводит к монодисперсному дроблению перемешиваемых композиций, а оригинальная организация движения материальных потоков позволяет проводить многократную обработку смесей в активной зоне аппарата. Отверстия, выполненные в средней части зубьев статора, служат для выхода воздуха в активную зону РПА, где он диспергируется и равномерно распределяется в смеси. Рубашка на аппарате дает возможность поддерживать заданную температуру продукта на выходе из него. В зависимости от требуемой температуры в качестве хладоносителя можно использовать захоложенную воду или рассол.

### **Результаты и их обсуждение**

Использование растительного сырья в технологии приготовления аэрированных продуктов позволяет решить несколько вопросов, связанных с характеристиками и свойствами готового продукта. Применение растительного сырья благоприятно сказывается на вкусоароматических показателях готовой продукции, продукт приобретает характерный для того или иного растительного сырья цвет. Используя растительные компоненты, можно значительно повысить пищевую и биологическую ценность готовой продукции. Растительное сырье богато балластными веществами, улучшающими перистальтику желудочно-кишечного тракта. Многие растительные добавки содержат в своем составе поверхностно-активные вещества (ПАВ). За счет пульсационных, удар-

ных и других гидродинамических воздействий, происходящих в роторно-пульсационном аппарате, изменяются физико-механические свойства продуктов. Для успешного проведения процесса измельчения растительного сырья в РПА необходимо создать определенные условия работы. Особенностью работы аппарата является то, что процесс измельчения должен проходить в присутствии жидкой фазы. Перед загрузкой в РПА приготовленное растительное сырье предварительно измельчали и проводили процесс 1, 2, 3, 4 мин в периодическом режиме. В гидроакустическом поле, создаваемом за счет низкочастотных колебаний, между статором и ротором обеспечивается непрерывное движение продукта в жидкой фазе, в качестве которой использовали молочную сыворотку. После каждого опыта определяли эффективность обработки и органолептические показатели полученных образцов. Продолжительность обработки, необходимой для получения гомогенной массы, устанавливали эмпирически. В качестве основного критерия выбран относительный показатель изменения эффективности обработки, под которой понимали процентное содержание измельченных до необходимого размера частиц. Для различного вида сырья получены аналогичные данные (табл. 1).

Анализ полученных данных [1] показал, что продолжительность обработки 1 и 2 мин является неэффективной, поскольку за это время аппарат не успевает полностью измельчить растительное сырье.

Продолжительность обработки 3 мин позволяла добиться равномерного измельчения растительного сырья по всему объему. Эффективность обработки достигала 97–98 %. Дальнейшее увеличение продолжительности обработки незначительно повышало эффективность и однородность измельчения. Поэтому в качестве рационального нами принято время, равное 3 мин.

Таблица 1

Зависимость эффективности работы РПА от продолжительности обработки растительных компонентов

Продолжительность обработки, мин	Эффективность обработки растительных компонентов, %			
	морковь	тыква	кабачки	ранет
1	53±3	52±2	52±1	57±2
2	77±2	81±1	80±1	80±1
3	96±1	95±1	97±1	94±1
4	96±1	95±1	97±1	94±1

Далее исследовали влияние изменения величины зазора между ротором и статором. Изменение зазора определяет циркуляцию сырья внутри аппарата. Результаты проведенных экспериментов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость эффективности работы РПА от величины зазора

Величина зазора, м	Эффективность обработки растительных компонентов, %			
	морковь	тыква	кабачки	ранет
0,0001	60±1	61±1	62±1	61±1
0,0002	96±1	95±1	97±1	94±1
0,0003	77±2	81±1	80±1	80±1
0,0004	53±3	52±2	52±2	57±2

При величине зазора 0,0004 м эффективность обработки растительного сырья не превышала 57 %, при этом размер полученных частиц составлял не более 0,0004 м, наполнители имели неоднородную консистенцию со значительным включением неизмельченных частиц.

При уменьшении величины зазора до 0,0003 м аппарат быстро (за 30 с) выходил на рабочую мощность, эффективность обработки увеличивалась до 81 %, однако не достигала высоких значений, частицы сырья характеризовались седиментационной неустойчивостью.

При величине зазора 0,0002 м аппарат достигал рабочей мощности за то же время, при этом эффективность обработки была наибольшей – 94–97 %, измельченные наполнители отличались хорошими органолептическими показателями, частицы растительного сырья в жидкой фазе (клеточном соке, сыворотке) не оседали, наполнители не расслаивались. Дальнейшее уменьшение зазора до 0,0001 м не позволяло сырию циркулировать в аппарате с последующим измельчением, что снижало эффективность работы аппарата до 60–63 % [2]. Это позволило сделать следующее заключение: для получения растительных наполнителей для молочных объектов рациональной является величина зазора 0,0002 м.

В зависимости от плотности исходного сырья возможно изменение требуемой мощности и частоты вращения ротора аппарата. Результаты исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3

Зависимость эффективности обработки растительного сырья от частоты вращения ротора

Частота вращения ротора, об/мин	Эффективность обработки растительных компонентов, %			
	морковь	тыква	кабачки	ранет
2000	53±3	52±2	52±1	57±2
2500	96±1	81±1	80±1	80±1
3000	77±2	95±1	97±1	94±1
3500	55±3	57±3	59±3	53±3

Морковь обладает более плотной консистенцией. Поэтому при ее обработке скорость вращения рабочих органов аппарата не превышала 2500 об/мин. Наполнитель из моркови, полученный после обработки в РПА, имел однородную консистенцию, внешний вид, подобный соку с мякотью. Однако частицы моркови не были раздавлены, а клетки сохраняли целостность оболочки. При обработке растительного сырья при малой частоте вращения (2000 об/мин) независимо от вида растительного сырья эффективность обработки составила 52–57 %, что является неудовлетворительным. При обработке тыквы, кабачков и ранета частота вращения 3000 об/мин являлась оптимальной, позволяющей добиться рациональной продолжительности измельчения и получения однородной консистенции. Установление большей частоты вращения ротора (для снижения продолжительности процесса) нецелесообразно, поскольку требуется большая мощность двигателя, тем самым увеличиваются затраты энергии на перемешивание.

Таким образом, оптимальные параметры работы роторно-пульсационного аппарата при обработке растительного сырья лежат в диапазоне 2500–3000 об/мин.

Далее исследовали соотношение смешивания твердой и жидкой фаз. Результаты оценки приведены в табл. 4.

Таблица 4

Сравнительная оценка эффективности работы РПА при получении растительных компонентов

Соотношение фаз, %		Эффективность обработки растительных компонентов, %			
растительное сырье	сыворотка	морковь	тыква	кабачки	ранет
80	20	73±3	72±2	82±2	67±2
60	40	87±2	91±1	90±1	90±1
50	50	90±1	95±1	97±1	94±1
40	60	96±1	92±1	93±1	91±1
20	80	81±2	83±1	85±1	84±1

Начальная влажность кабачков находилась на уровне 93–95 %. Строение их клеточных стенок несколько отличается от строения клеток моркови. Стенки клеток кабачков более тонкие и легче поддаются воздействию.

Это доказывают найденные нами оптимальные значения параметров обработки кабачков в РПА. Для эффективной работы аппарата требуется меньше до-

полнительной жидкости (50:50), чем при измельчении моркови, где для более эффективной обработки требуется 40 % сырья и 60 % сыворотки.

Наполнитель из кабачков, полученный после обработки в аппарате, имел однородную консистенцию, внешний вид жидкого пюре с мельчайшими частицами (0,01 мм) растительной ткани, равномерно распределенными по всему его объему.

При обработке тыквы получены аналогичные данные. При соотношении 50:50 эффективность обработки составила более 96 %, что свидетельствует о рациональном подборе соотношения фаз, причем полученные наполнители обладали хорошими органолептическими характеристиками. Наполнитель из тыквы после обработки в роторно-пульсационном аппарате также имел внешний вид однородного жидкого пюре с частицами (0,01 мм) растительной ткани, равномерно распределенными по всему объему.

При подборе соотношения фаз для обработки ранета установили, что при соотношении ранета и сыворотки 40:60 эффективность обработки составила 95 %, что позволило добиться равномерного измельчения растительной ткани. Полученный наполнитель имел вид однородного, полужидкого пюре с минимальным количеством крупных частиц (до 5 %). Аппарат достигал рабочей мощности за 30–45 с, частота вращения рабочего органа при обработке составляла

3000 об/мин, продолжительность обработки 3 мин. Начальная влажность сырья была 90 %.

Следует отметить, что на полученные результаты влияло значение начальной влажности растительных объектов. Так, содержание влаги в тыкве и кабачках выше, чем у моркови; кроме того, они имеют иное строение ткани, поэтому измельчение этих овощей происходило быстрее и эффективнее при равном массовом соотношении твердой и жидкой фазы.

Выявлено, что рациональным соотношением компонентов является 40:60 % (сырье : сыворотка) – для обработки моркови и ранета, а для тыквы и кабачков – 50:50 %.

На основании проведенных исследований установили, что для сывороточно-растительных продуктов перспективной является технология получения растительных компонентов с использованием обработки в РПА. Получаемые наполнители имеют наименьший размер частиц, равномерно распределяются по всему объему, что повышает седиментационную устойчивость продуктов и улучшает органолептические свойства. Продолжительность технологического цикла снижается в среднем в 3,2–5,8 раза. Результаты оценки физико-химических свойств растительного сырья, полученного по разным технологиям, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты оценки физико-химических свойств растительного сырья, полученного по разным технологиям

Способ обработки	Массовая доля влаги, %	Эффективная вязкость, Па·с при $\gamma = 17,93 \text{ с}^{-1}$	Размер частиц, мм	Продолжительность технологического процесса, мин
Традиционный	77,0±2	3,5±0,2	0,7±0,04	80±10
Использование РПА	80,0±5	2,2±0,2	0,015±0,005	15±5

Таблица 6

Органолептические показатели растительного пюре, полученного по разным технологиям

Способ обработки	Внешний вид	Консистенция	Вкус и запах	Цвет
Традиционный	Однородная пюреобразная масса овощей или плодов	Однородная, нетягучая, плохо трастекающаяся, вязкая масса	Свойственные овощам или плодам, без постороннего привкуса и запаха	Пюре морковное – оранжевый, пюре кабачковое – светло-желтый, пюре из ранета – светло-коричневый с серым оттенком
Использование роторно-пульсационного аппарата	Полужидкая масса овощей и плодов, однородная по всей массе	Полужидкая масса со взвесями частиц растительного сырья	Свойственные овощам или плодам, с легким молочнокислым привкусом и запахом сыворотки, без постороннего запаха	Наполнители из моркови – светло-оранжевый, из кабачков – светло-желтый, из тыквы – желтый, из ранета – светло-коричневый с желтым оттенком

Органолептические показатели растительного пюре, полученного по разным технологиям, приведены в табл. 6.

Надежным средством кардинального улучшения обеспеченности населения витаминами является до-

полнительное обогащение ими пищевых продуктов за счет введения различных витаминных препаратов или наполнителей из природного ягодного сырья.

В качестве такого наполнителя нами использована черная смородина, содержащая большое коли-

чество аскорбиновой кислоты, бета-каротина, полифенолов и др.

Применение подобных наполнителей позволяет существенно увеличить ассортимент выпускаемой продукции, содержащей в качестве молочной основы молоко, творог, кефир, сметану, простоквашу и др. Отдельную группу при этом составляют кисломолочные десерты. Взбитые кисломолочные продукты обладают своеобразным вкусом и в композиции с определенными веществами и ароматизаторами представляют собой приятные десертные блюда. Одним из них является взбитый кисломолочный десерт (ВКМД) с наполнителем из черной смородины.

Нами были исследованы ВКМД, приготовленные с сухим порошком и пюре из ягод черной смородины. Их рецептура приведена в табл. 7.

При использовании в качестве наполнителя пюре из ягод черной смородины требовалось наличие технологической операции – протирания, которое заключалось в продавливании ягодной массы через отверстия в сите диаметром от 0,5 до 0,8 мм. Продукт при этом разделялся на две фракции: жидкую, состоящую из измельченной мякоти, и твердую, включающую в свой состав кожицу и семена. Для дальнейшей переработки использовалась первая фракция. Из нее готовились суспензии: ягодная масса – вода в соотношении 3:1 и 1:3. Суспензия подвергалась

процессам гомогенизации и диспергированию в РПА с целью более тонкого измельчения частиц и их равномерного распределения по всему объему. Зазор между ротором и статором составлял 0,1 и 0,5 мм, скорость вращения ротора 3000 об/мин. Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 8.

Таблица 7

Рецептура ВКМД с наполнителем из черной смородины

Наименование и виды сырья	Расход сырья, кг	
	вариант 1	вариант 2
Творог (5 % жирн.)	550	550
Молоко цельное	275	275
Желатин	5	5
Сахар	50	50
Ягодный наполнитель: а) сухой порошок из ягод черной смородины б) пюре из ягод черной смородины (75 %)	20 –	– 70
ПАВ (экстракт солодки)	–	5
Вода питьевая	100	45
ИТОГО	1000	

Таблица 8

Физико-химические показатели качества суспензии из пюре ягод черной смородины

Показатель	Исходная суспензия	Зазор 0,1 мм				Зазор 0,5 мм					
		Суспензия мякоть ягоды – вода 3:1		Суспензия мякоть ягоды – вода 1:3		Суспензия мякоть ягоды – вода 3:1		Суспензия мякоть ягоды – вода 1:3			
		Время обработки, мин				Время обработки, мин					
		1	2	3	4	1	2	3	4		
Сухие вещества, %	10,	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1
Кислотность, °Т (норма 9)	2,8	3	3	2,99	2,99	3	3	3	3	3	3
Витамин С, мг/100 г	86,	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Полифенольные вещества, мг/100 г	200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Дисперсность (% частиц с размером <math>0,5</math> – <math>0,8</math> мм)	0,5	96,75	77,5	42,5	42,5	98,65	96,75	82,5	96,75	82,5	77,5
Вязкость при температуре <math>25,5^{\circ}\text{C}</math>	0,5	9,41	9,82	9,43	9,84	8,72	8,81	8,84	8,65	9,38	9,40
		1,46		0,113		1,723					

Анализ экспериментальных данных доказывает целесообразность использования РПА для приготовления пюре из ягод черной смородины на стадиях гомогенизации и диспергирования. Даже при длительности обработки суспензии в РПА, равной одной минуте, удавалось получать степень дисперсности 99,4 %. При этом жидкая фаза равномерно распределялась по всему объему.

Поскольку для проведения опытов использовались разные партии смородины, наблюдались некоторые отклонения значений кислотности и полифенольных веществ. Отмечено снижение содержания витамина С при переработке в РПА на 5–8 %. В настоящее время традиционная технология использует для получения тонкоизмельченных пюре гомогенизаторы, дезинтеграторы и коллоидные мельницы. Экономически целесообразно заменить все это обо-

рудование одним РПА, обладающим малыми массогабаритными показателями и небольшим энергопотреблением (смесь готовится в течение 1 мин).

Использование РПА было рассмотрено также применительно к стадии гомогенизации и взбивания предварительно перемешанных компонентов смеси при получении самого десерта (наполнитель – сухой порошок). Придание конечному продукту однородности и взбитости способствует повышению органолептических показателей, а отсутствие ощутимых комочков творога или ягодного наполнителя придает ему особенный вкус. Тонкодиспергированная газовая фаза улучшает структуру продукта.

Экспериментальные исследования проводились в периодическом режиме. После загрузки в РПА подготовленных компонентов проводили процессы гомогенизации, диспергирования и взбивания в течение 1, 2, 3 и 4 мин. После каждого опыта определялись физико-химические и органолептические показатели полученного продукта. Анализ данных показал, что за время обработки содержание витамина С снижается примерно на 2 %, содержание каротиноидов не изменяется; взбитость достигает заданного

значения через 2 мин, что, видимо, связано с диспергированием белково-жировой фазы. После 4 мин обработки в РПА у десерта наблюдается очевидное снижение взбитости, отделение влаги и разрушение однородной структуры. Это явление связано с разрушением структурообразователя (желатина), вследствие чего происходит высвобождение связанной влаги, коалесценция капель водной и жировой фаз. В результате система расслаивается, ухудшается ее консистенция, кроме того, нарушается «коллоидная защита» белка. Вследствие этого происходит сквашивание содержащегося в системе молока с образованием сгустков.

Анализ микроструктуры продукта при увеличении в 500 раз показывает, что уже через 1 мин он довольно однороден, но недостаточно взбит. Через 2 и 3 мин структура продукта становится однородной и практически не отличается друг от друга. Размер пузырьков воздуха в массе ВКМД не превышает 60 мкм.

Физико-химические и органолептические показатели качества ВКМД с наполнителем из пюре ягод черной смородины приведены в табл. 9.

Таблица 9

Физико-химические и органолептические показатели качества ВКМД с наполнителем из пюре ягод черной смородины

Показатель	Исходная смесь до обработки в РПА	Обработка в роторно-пульсационном аппарате			
		1 мин	2 мин	3 мин	4 мин
Кислотность, °Т	135	137	137	137	137
Содержание С, мг%	65,12±0,5	56,32±0,5	56,32±0,5	56,32±0,5	56,32±0,5
Взбитость, %	–	68±2	100±2	100±2	100±2
Консистенция	Негомогенный, с белыми вкраплениями творожной массы	Гомогенный с небольшими включениями	Гомогенный, без видимых включений	Гомогенный, без видимых включений	Гомогенный, без видимых включений
Цвет	Насыщенный сиреневый	Сиреневый	Сиреневый	Светло-сиреневый	Светло-сиреневый
Дисперсность фаз: биодобавка газовая фаза белково-жировая фаза	Не более 50 мкм – Не регламентир.	Менее 1 мкм Не более 40 мкм Не более 1 мкм (90 %), не более 2 мкм (10 %)			
Вкус и аромат	Хороший, с приятным вкусом и ароматом				

В отличие от продукта с наполнителем из сухого порошка он имеет светло-сиреневый цвет, а дисперсность газовой фазы не превышает 40 мкм.

Проведенные исследования доказывают целесообразность использования РПА для приготовления ВКМД с наполнителями на стадиях гомогенизации, диспергирования и взбивания. Однако не рекомендуется превышать время пребывания продукта в РПА более 3 мин (для данной конструкции), так как это приводит к необоснованному расходу мощности, затрачиваемой на процесс гомогенизации и взбивания, а также к ухудшению его органолептических показателей.

Так, при производстве нового вида мороженого «Рыжик», разработанного учеными КемТИПП [1], главная трудность состоит в равномерном распределении облепиховой биодобавки «Полис», составляющей 3 % от основной массы продукта. Порошко-

образная облепиховая добавка, выполняющая также роль стабилизатора, ароматизатора, красителя и источника биологически активных веществ, вводилась непосредственно перед стадией гомогенизации. Процесс гомогенизации смеси для приготовления мороженого в РПА проводили при температуре 30 °С в непрерывном режиме. Диапазон изменения производительности составлял от 22 до 66 л/ч. Среднее время пребывания смеси в аппарате составляло от 1 до 3 мин. Ее качество оценивалось по степени дисперсности жировых шариков и равномерности распределения витамина С и каротиноидов. Оценка дисперсности производилась по микрофотографиям, выполненным на микроскопе НЕОРНОТ-21 при увеличении в 500 раз. Их анализ показал, что диаметр жировых шариков не превышает 2 мкм, а размер кусочков биодобавки не превышает 4 мкм. Даже при среднем времени пребывания, равном

1 мин, смесь однородна без видимых вкраплений биодобавки и имеет насыщенный ярко-оранжевый цвет. Витамины распределены равномерно по всему объему. Результаты обработки опытных данных

приведены в табл. 10, где представлены физико-химические и органолептические показатели смеси для приготовления мороженого.

Таблица 10

Физико-химические и органолептические показатели смеси для приготовления мороженого

Показатель	Перед гомогенизацией	После гомогенизации в РПА ( $t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $P = 0,15\text{ МПа}$ ) при производительности, л/ч			После гомогенизации в клапанном гомогенизаторе ( $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $P = 7,5\div 9\text{ МПа}$ )
		22	44	66	
Кислотность, $^{\circ}\text{T}$	49,0±0,5	49,0±0,5	49,0±0,5	49,0±0,5	49,0±0,5
Содержание: каротиноидов, мг%	4,35±0,05	4,35±0,05	4,35±0,05	4,35±0,05	4,35±0,05
витамина С, мг%	24,3±0,1	24,3±0,1	24,3±0,1	24,3±0,1	23,8±0,1
Структура и консистенция	Неоднородная	Однородная	Однородная	Однородная	Однородная с равномерно распределенными вкраплениями биодобавки
Цвет	Ярко-оранжевый с видимыми вкраплениями биодобавки	Насыщенный ярко-оранжевый	Насыщенный ярко-оранжевый	Насыщенный ярко-оранжевый	Насыщенный ярко-оранжевый с видимыми вкраплениями биодобавки

Отметим, что после гомогенизации смеси при температуре  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлении 7,5–9 МПа в обычном щелевом гомогенизаторе в ней видны вкрапления биодобавки, а количество витаминов уменьшилось на 3 %. Кроме того, РПА показал меньшее удельное энергопотребление. Его использование повышает сохранность белково-витаминного состава, уменьшает агрегацию мелких жировых шариков (за счет снижения температуры ядер), понижает давление гомогенизации до 0,15 МПа (в 50 раз).

Следующим этапом было проведение исследования РПА на стадии фризирования смеси для приготовления мороженого. Для этой цели его конструкцию усовершенствовали за счет установки двух скребков на ступице ротора для снятия намерзающего слоя. Смесь на данном этапе представляет собой многофазную гетерогенную систему (газ – жидкость – твердое тело), в которой наблюдаются процессы фазового перехода несвязанной влаги в кристаллы льда. В активной зоне РПА происходило аэрирование смеси. Интенсивное перемешивание способствовало выравниванию температурных полей и препятствовало срастанию образующихся мелких кристаллов льда между собой. Кроме того, рост конгломератов льда ограничивает высокодисперсная структура жировой фазы. Анализ микроструктуры взбитой мороженой смеси после стадии фризирования, полученной при увеличении в 250 раз, показал, что размер воздушных пузырьков не превышает 30 мкм. Структура мороженого однородна, без ощутимых кристаллов льда, достаточно плотная и имеет насыщенный ярко-оранжевый цвет без видимых вкраплений биодобавки. При фотографировании мороженой смеси в тонком слое происходило быстрое таяние кристаллов льда, что затрудняло возможность достоверной количественной оценки их размеров. Однако отметим, что они не могут превышать среднюю величину зазора между статором и ротором, которая составляет 100 мкм. Обобщенные данные физико-химиче-

ских и органолептических показателей мороженого «Рыжик», полученного после обработки смеси в РПА, представлены в табл. 11.

Таблица 11

Физико-химические и органолептические показатели мороженого «Рыжик»

Показатель	После фризирования
Кислотность, $^{\circ}\text{T}$	49,0±0,5
Взбитость, %	95±2
Содержание: каротиноидов, мг% витамина С, мг%	4,35±0,1 24,3±0,1
Вкус и аромат	Приятный вкус и ярко выраженный аромат плодов облепихи
Структура и консистенция	Пластичная, нежная, однородная, без ощутимых кристаллов льда
Цвет	Насыщенный ярко-оранжевый, без видимых вкраплений наполнителя

При производстве майонеза «Провансаль» в РПА была получена однородная эмульсия типа «масло в воде» со степенью дисперсности масляных шариков порядка 2 мкм (основной состав). Отметим, что во всех рассмотренных примерах необходимая степень гомогенизации в РПА достигалась за 1–2 мин. При более длительном воздействии низкочастотных звуковых колебаний (свыше 4 мин) нарушалась структура смеси и уменьшалась ее вязкость.

### Вывод

Применение РПА в технологии получения различных продуктов питания, имеющих комбинированную основу, позволяет использовать его как высокоэффективный многоцелевой аппарат, интенсифицирующий процессы гомогенизации, диспергирования и взбивания.

Список литературы

1. Светкина, Е.А. Разработка и исследование многосекционного роторно-пульсационного аппарата для производства аэрированных продуктов питания: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12: защищена 20.10.2006 / Светкина Екатерина Александровна. – Кемерово, 2006. – 16 с.

2. Иванец, Г.Е. Моделирование процесса гомогенизации в РПА с использованием дополнительных конструктивных элементов на основе кибернетического подхода / Г.Е. Иванец, Е.А. Светкина, А.З. Ядуга // Деп. в ВИНТИ. – 2005. – № 779-B2005. – 19 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел./факс: (3842) 73-40-40  
e-mail: office@kemtipp.ru

**SUMMARY**

**G.E. Ivanets, E.A. Svetkina, A.N. Potapov**

**USING OF PLANT RAW MATERIAL FOR MANUFACTURE OF AERATED MILK-BASED PRODUCTS**

The technologies of manufacturing combined whipped milk-based products in a rotary pulsating machine have been developed. The results of experimental research have shown the effectiveness of product treatment in the rotary pulsating machine, various kinds of plant raw material being used as fillers.

Rotary pulsating machine, dispersion, homogenization, plant raw material.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia  
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40  
e-mail: office@kemtipp.ru