

Бенкена. Оптимальные условия для экстракции: концентрация этанола 73,69%, продолжительность 3,71 часа и размер частиц растительного сырья 0,4 мм².

Библиографический список

1. Brglez Mojzer E. [и др.]. Polyphenols: Extraction Methods, Antioxidative Action, Bioavailability and Anticarcinogenic Effects // *Molecules* 2016, Vol. 21, Page 901. 2016. № 7 (21). С. 901.
2. Irakli M. [и др.]. Modeling and Optimization of Phenolic Compounds from Sage (*Salvia fruticosa* L.) Post-Distillation Residues: Ultrasound- versus Microwave-Assisted Extraction // *Antioxidants*. 2023. № 3 (12). С. 549.
3. Jovanović A. [и др.]. Polyphenols extraction from plant sources // *Lekovite sirovine*. 2017. № 37 (37). С. 45–49.
4. Malankina E. L., Tkacheva E. N., Kozlovskaya L. N. MEDICINAL PLANTS OF THE LAMIACEAE FAMILY AS FLAVONOIDS SOURCES // *Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2018. № 1 (21).
5. Nutrizio M. [и др.]. Valorization of sage extracts (*Salvia officinalis* L.) obtained by high voltage electrical discharges: Process control and antioxidant properties // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020. (60). С. 102284.

УДК 664.3.033

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА МАЙОНЕЗНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Демичев Владимир Васильевич, аспирант кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», dem4ev.volodymyr@yandex.ru

Клюшниковка Екатерина Олеговна, магистр кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева www.klyushnikova@mail.ru

Научный руководитель: Андреев Владимир Николаевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, v.andreev@rgau-msha.ru

Аннотация: В статье рассмотрена линия производства майонезной продукции компании «Русагро», проведен системный анализ линии с помощью программы для ЭВМ, выявлено «узкое место» линии.

Ключевые слова: системный анализ, линия производства майонеза, узкое место, программа для ЭВМ, априорное ранжирование факторов.

Майонез представляет собой эмульсию типа «вода в масле». По

рецептурному составу майонезы делятся на диетические, столовые и с пряностями. По содержанию массовой доли жира майонеза продукция подразделяется на две группы: майонезы с содержанием жира не менее 50% и яичного желтка не менее 1%; майонезные соусы с содержанием жира не менее 15% [4].

В настоящее время существуют различные способы производства майонеза – горячий и холодный. Кроме майонезов производство майонезной продукции так же разделяется по способу производства на три категории: периодический, полунепрерывный и непрерывный способ производства.

Периодический, полунепрерывный и непрерывный способы производства являются различными методами организации производственных процессов. Главные различия между этими методами заключаются в их эффективности, степени автоматизации и возможности гибкой настройки производства.

Периодический способ производства метод производства майонезной продукции характеризуется тем, что производственный процесс разбит на отдельные этапы. Этапы производства майонезной продукции выполняются последовательно и по завершении этапа необходима перенастройка оборудования для выполнения следующего этапа. Несмотря на большие издержки времени на перенастройку оборудования данный метод позволяет производить большой ассортимент продукции.

Полунепрерывный способ производства характеризуется более высокой степенью автоматизации, по сравнению с периодическим способом производства. В полунепрерывном способе производства майонезной продукт проходит непрерывный поток сырья и полуфабрикатов.

Непрерывный способ производства майонезной продукции характеризуется полностью автоматизированным процессом производства и поточностью производства.

Наибольший интерес представляет полунепрерывная линия производства майонезной продукции горячим способом компании РусАгро.

Машино-аппаратурная схема линии производства майонезной продукции полунепрерывным способом работает следующим образом. В смеситель компонентов через насос подают горчичный порошок, воду, сухое молоко, сахарный песок и соду для образования горчично-молочной пасты. Затем полученная смесь нагревается до температуры 80-85°C и перемешивается в течении 15-20 минут в мешалке. В смесителе, после его очистки, начинается образование яичной пасты. Процесс образования яичной пасты заключается в смешивании воды и яичного порошка. Полученная смесь, нагревается до температуры 60-65 градусов цельсия и перемешивается в течении 15-20 минут. Горчично-молочная смесь из мешалки и яичная паста перекачиваются в главный смеситель. В полученный полуфабрикат в главном смесителе добавляют растительное масло и уксусно-солевой раствор. Далее смесь проходит через диспергатор главного смесителя для получения тонко дисперсной эмульсии.

Следующим этапом проходит стадия фасовки майонеза. В компании

РусАгро фасовка может происходить в различную тару. Для этого в линии производства майонезной продукции полунепрерывным способом может «ветвиться» на четыре. Традиционной в наше время упаковкой для майонезной продукции является «дойпак». Продукт после диспергации попадает в фасовочный автомат, где разливается в упаковку и закрывается колпачком. Затем продукт, упакованный в «дойпак», фасуется в короба и отправляется на реализацию. Вторым вариантом упаковки готовой майонезной продукции является упаковка в стеклянную тару объёмом 250мл. В отличие от упаковки в дойпаки, пришедшие банки на производство одновременно моются и стерилизуются в автоклаве. После стерилизации банки поступают в фасовочный аппарат, где происходит фасовка майонеза в банки и закрытие банок крышками. После фасовки, банки аналогичным фасуются в короба и отправляются на реализацию. Третий способ фасовки, реализованный на линии производства состоит в упаковке майонезной продукции в пластиковые стаканчики. Процесс фасовки осуществляется с помощью аппарата 18. Последним способом фасовки майонезной продукции в линии, является фасовка майонеза в пластиковые ведерка с помощью аппаратов, схожим по своей сути с фасовкой майонеза в пластиковые стаканчики. Из-за большого ассортимента майонезной продукции компании «РусАгро» различные способы фасовки майонезной продукции оправдано.

Оптимизировать процессы, сократить издержки производства и улучшить эффективность линий производства пищевых продуктов – одна из основных задач системного анализа в АПК. Одним из методов системного анализа для определения структуры или же «морфологии» линии производства является составление операторной модели линии

Наиболее популярная в настоящее время упаковка майонезной продукции является упаковка в пакетах «дой-пак». Так же на стадии упаковки продукции практически не встречается влияющих процессов на качество производимой продукции. Процесс упаковки линии производства имеет четыре «ветки», поэтому можно абстрагироваться от влияния процессов упаковки на производительность всей линии. Исходя из вышеперечисленных причин возможно рассматривать операторную модель линии производства майонезной продукции полунепрерывным способом с упаковкой в дойпаки.

Линия производства майонеза периодическим способом состоит из четырех подсистем: А – подсистема образования готового майонезного продукта, с заданными показателями качества; B_1 – подсистема образования окончательного полуфабриката с известными показателями качества; B_2 – подсистема образования полуфабриката с известными показателями качества; С – подсистема образования промежуточного полуфабриката с известными показателями качества.

Операторная модель линии производства майонезной продукции полунепрерывным способом включает в себя следующие подсистемы:

А - подсистема образования готового продукта с заданными показателями качества, содержащая следующие операторы: I – оператор охлаждения и

хранения готовой майонезной продукции; II – оператор упаковки майонезной продукции в короба; III – оператор сборки упакованного майонеза и пластиковых колпачков; IV – оператор фасовки майонеза в упаковку; V – оператор формирования упаковки.

B_1 – подсистема образования окончательного полуфабриката с известными показателями качества содержащая следующие операторы: I – оператор хранения тонкой майонезной эмульсии; II – оператор получения тонкой майонезной эмульсии; III – оператор охлаждения грубой майонезной эмульсии; IV – оператор сборки грубой майонезной эмульсии; V – оператор образования промежуточного полуфабриката; VI – оператор формирования горчишно-яичной пасты.

B_2 – подсистема образования полуфабриката с известными показателями качества, содержащая следующие операторы: I – оператор перемешивания подогретой яичной пасты; II – оператор образования яичной пасты; III – оператор приемки яичного порошка.

C – подсистема образования промежуточного полуфабриката содержащая следующие операторы: I – оператор перемешивания горчишной пасты; II – оператор образования горчишно-молочной пасты; III – оператор образования горчишно-водяной смеси; IV – нагревания воды; V – приемки сырья.

Одной из общих концепций, используемых в системном анализе [] в настоящее время является составление модели «черного ящика». Модель «черного ящика» используется для описания связи внутри системы или между подсистемами. При применении данной модели к производству отсутствует необходимость знать структуру всей линии досконально, так как основной целью является реакция линии на внешние воздействия

Применимо к пищевой промышленности, линию производства того или иного продукта можно представить в виде модели «черного ящика». Целесообразно использовать модель «черного ящика» относительно каждой подсистемы. Применимо к линии производства майонезной продукции периодическим способом модель «черного ящика» относительно центральной подсистемы содержит 4 вида параметров, а именно возмущающие, управляющие, управляемые и наблюдаемые. К возмущающим параметрам относят: стабильность горчишной пасты, качество полуфабриката, жирность полуфабриката и однородность горчишно-молочной пасты. К управляющим относят такие параметры как: Время хранения готовой майонезной продукции, стабильность полуфабриката, кислотность майонезной продукции. Управляющие параметры включают в себя бактериологическую обсемененность, дисперсность промежуточного полуфабриката, однородность тонкой майонезной эмульсии, а также стойкость майонезной эмульсии. К наблюдаемым параметрам относят органолептические показатели тонкой майонезной эмульсии.

Как известно, существует несколько методов системного анализа [1] для диагностики систем. Наиболее известным и применяемым в наше время методом системного анализа [5] является априорное ранжирование факторов.

Метод априорного ранжирования позволяет определить степень влияния фактора на систему или на подсистему. Под системой в пищевой промышленности часто понимают линию производства той или иной продукции. Метод априорного ранжирования факторов может применяться не только применительно к системе, но и к ее части (подсистеме).

Априорное ранжирование факторов заключается в оценке факторов экспертами. Затем происходит расчет влияние каждого фактора на подсистему. Фактор с наибольшей степенью влияния имеет оценку первого ранга. Остальные факторы соответственно имеют меньшую степень влияния и расставляются в порядке возрастания. Обработка экспертных оценок осуществляется при помощи программы для ЭВМ [3].

Исходя из расчетов программы для ЭВМ матрица рангов будет иметь следующий вид (таблица 1):

Таблица 1

Априорная таблица рангов

Фактор/эксперт	Номера экспертов						Сумма рангов	Максимальный ранг	Минимальный ранг	Средняя сумма рангов	Отклонение суммы рангов	Квадрат отклонения суммы рангов	Занимаемое место	Вес фактора	
	1	2	3	4	5	6									
	Ранги оценки, а. ед.														
N1 Гомогенизация готовой майонезной продукции	10	9	8	8	10	9	10	66	10	8	38.6	27.4	750.7599999999999	10	0.018
N2 Органолептические показатели горчично-молочной смеси	9	10	9	9	8	10	10	65	10	8	38.6	26.4	696.9599999999999	9	0.036
N3 Органолептические показатели яичной пасты	8	8	10	7	9	8	8	58	10	7	38.6	19.4	376.35999999999996	8	0.055
N4 Жирность майонезной эмульсии	7	7	7	8	6	5	7	47	8	5	38.6	8.4	70.56	7	0.073
N5 Стабильность горчично-молочной смеси	6	6	6	6	7	6	5	42	7	5	38.6	-3.4	11.559999999999999	6	0.091
N6 Стабильность яичной пасты	5	5	5	5	5	7	6	38	7	5	38.6	-0.6	0.36	5	0.109
N7 Смешивание основных компонентов для получения грубой майонезной	4	3	4	3	2	4	4	24	4	2	38.6	-14.6	213.16	4	0.127
N8 Бактериологическая обсемененность грубой майонезной эмульсии	3	2	2	4	3	3	3	20	4	2	38.6	-18.6	345.9600000000000004	3	0.145
N9 Время хранения готовой майонезной эмульсии	2	4	3	1	4	2	1	17	4	1	38.6	-21.6	466.5600000000000006	2	0.164
N10 Температура хранения тонкой майонезной продукции	1	1	1	2	1	1	2	9	2	1	38.6	-29.6	876.1600000000000001	1	0.182

Априорная диаграмма рангов, построенная автоматически программой, исходя из матрицы рангов строится на базе суммы рангов будет иметь вид как показано на рисунке 1.

Априорная диаграмма рангов

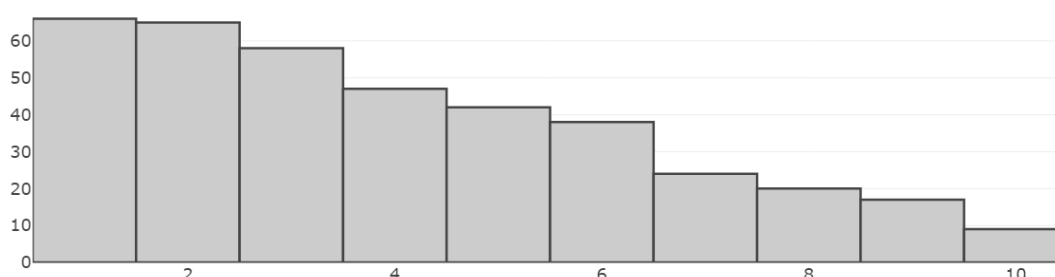


Рис. 1 Диаграмма априорного ранжирования факторов

Таким образом, наиболее существенные факторы, влияющие на процесс образования тонкодисперсной майонезной эмульсии [2]: «гомогенизация грубой майонезной эмульсии» и «Время пастеризации полуфабриката».

Библиографический список

1. Андреев, В. Н., Мартеха, А. Н., Демичев, В. В. Системные исследования процесса производства маргариновой продукции / В. Н. Андреев,

А. Н. Мартеха, В. В. Демичев [Текст] // Сборник тезисов X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 2.. — Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. — С. 56-57.

2. Андреев, В. Н., Демичев, В. В. Исследования процесса производства майонеза непрерывным способом с использованием системного анализа / В. Н. Андреев, В. В. Демичев [Текст] // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. — Краснодар: Кубанского ГАУ, 2023. — С. 364-368.

3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2024616369 Российская Федерация. Расчет параметров системного анализа пищевых производств : № 2024614889 : заявл. 11.03.2024 : опубл. 19 .03.2024 / Демичев В.В. Андреев В.Н. Бредихин С.А. — 3 с.

4. Терещук Л. В. Производство эмульсионных масложировых продуктов. Технология майонезов и майонезных соусов: учебное пособие / Л. В. Терещук, К. В. Старовойтова, Е. Г. Павельева. — Кемерово: КемГУ, 2019. — 169 с. — ISBN 978-5-8353-2577-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156116> (дата обращения: 19.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Алексеев Г. В. Системный подход в пищевой инженерии : учебно-методическое пособие / Г. В. Алексеев, В. А. Демченко. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91322> (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

УДК631.363

ОБРАБОТКА МЕЗГИ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ МЕТОДОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ВАКУУМНОЙ СУШКИ

Зыкин Кирилл Андреевич, инженер лаборатории систем хладоснабжения и теплофизических измерений Всероссийского научно-исследовательского института холодильной промышленности, аспирант, email: kirill1580@yandex.ru

Аннотация: *В ходе исследования проведены эксперименты по вакуумной сушке мезги из столовой моркови. Проведено сравнение результатов вакуумной сушки мезги, полученной после применения пектолитического фермента, а также без его использования.*

Ключевые слова: *вакуумная сушка, получение сока из растительного сырья, пектолитический фермент, морковь.*

Введение. В современном мире очень велика потребность в качественных и полезных продуктах питания. Неотъемлемой частью рациона питания человека являются фрукты и овощи, а также соки на их основе, которые богаты