

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ОВОЩНЫХ ПЮРЕ

Остриков А. Н., д-р техн. наук, профессор, Веретенников А. Н.
Воронежская государственная технологическая академия, г. Воронеж

Разработана высокоэффективная технология производства овощных пюреобразных концентратов методом двухстадийного выпаривания. Полученные кинетические закономерности процесса концентрирования исследуемых видов овощных пюре позволили выявить динамику изменения температуры пюре и величины разряжения в вакуум-камере. Установлено, что суммарная антиоксидантная активность концентрированных овощных пюре больше, чем свежих пюре. Выявлено, что полученные пюреобразные концентраты обладают высокой биологической, пищевой и энергетической ценностью, хорошими потребительскими свойствами. Разработана оригинальная конструкция вакуум-выпарного аппарата для реализации предлагаемой технологии.

High-performance technology of vegetable puree concentrates production by two-phase vaporizing was developed. Obtained kinetic regularities of concentrating process of observable kinds of vegetable purees allowed to reveal dynamics of puree temperature changes and bulk of exhaustion in the vacuum-chamber. It is ascertained that vegetable puree total antioxidant activity is higher than fresh puree one. It is revealed that obtained puree concentrated possess high biological, nutritive and food value, good consumer properties. Original construction of vacuum-vapor device for suggested technology implementation is developed.

Ключевые слова: вакуум-выпаривание, пюреобразные концентраты, вязкость, теплофизические характеристики, аппарат

Правильно организованное, сбалансированное по важнейшим компонентам питание обеспечивает высокий уровень иммунологической способности организма человека. Для коррекции рациона питания по витаминному и минеральному составу рекомендуется использовать концентрированные овощные пюре. В овощах содержится большое количество углеводов, которые представлены различными сахарами. Важными углеводами овощей являются клетчатка, пектины. Богаты овощи органическими кислотами, которые усиливают секрецию пищеварительных желез и их ферментативную активность. Овощи обладают также фитонцидными свойствами. В овощах содержится много аскорбиновой кислоты, рутина, фолиевой кислоты, тиамина и других водорастворимых витаминов [1].

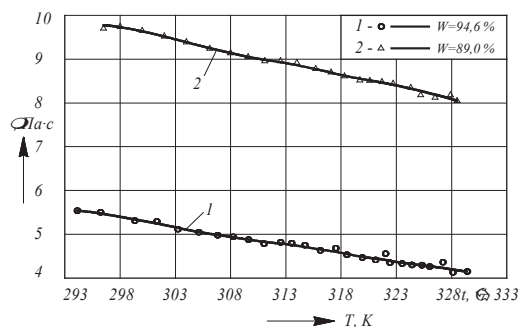


Рис. 1 – Зависимость изменения динамической вязкости патиссонового пюре от температуры при различной влажности, W , %

Экспериментальные исследования овощей семейства тыквенных как объекта изучения с применением синусоидального вибровязкозиметра SV-10 (Япония) для определения динамической вязкости исследуемых пюре при следующих режимах выпаривания: температура вертикальной стенки вакуум-камеры $T - 289,3...327,3$ К, влажность пюре $W - 94,7...87,3$ % показали, что динамическая вязкость овощных пюре имеет тенденцию к снижению по линейному закону при повышении температуры. Полученные зависимости (рис. 1) показывают качественное поведение пюре, классифицируемое в реологии как аномальное (неньютоновское), а именно псевдопластическую жидкость.

Таким образом, овощные пюре можно отнести к аномальновязким дисперсным системам, поведение которых описывается степенным уравнением Оствальда де Вилля, а их температурная зависимость вязкости выражается с помощью уравнения Френкеля – Эйринга.

Для правильной организации процесса концентрирования методом сброса давления с последующим увариванием необходимо выявить характер изменения теплофизических характеристик овощных пюре семейства тыквенных. Определение зависимости теплофизических характеристик и плотности исследуемых видов овощных пюре проводилось на измерительной установке Cossfield RT-1394H (National Instruments).

Зависимости теплофизических характеристик (коэффициентов теплопроводности, температуропроводности и теплоемкости) от температуры исследуемых пюре (рис. 2) носят линейный характер и с повышением температуры увеличиваются. Выявлено, что влажность оказывает большее влияние на исследуемые теплофизические характеристики, чем температура.

Экспериментальные исследования процесса концентрирования овощного сырья в условиях вакуума проводились на специально сконструированной установке, которая включала в себя автоклав, вакуум-камеру, змеевиковый теплообменник, сборник конденсата, вакуум-насос, станину, пульт управления со средствами измерения и регулирования режимных параметров для контроля и управления процессом концентрирования.

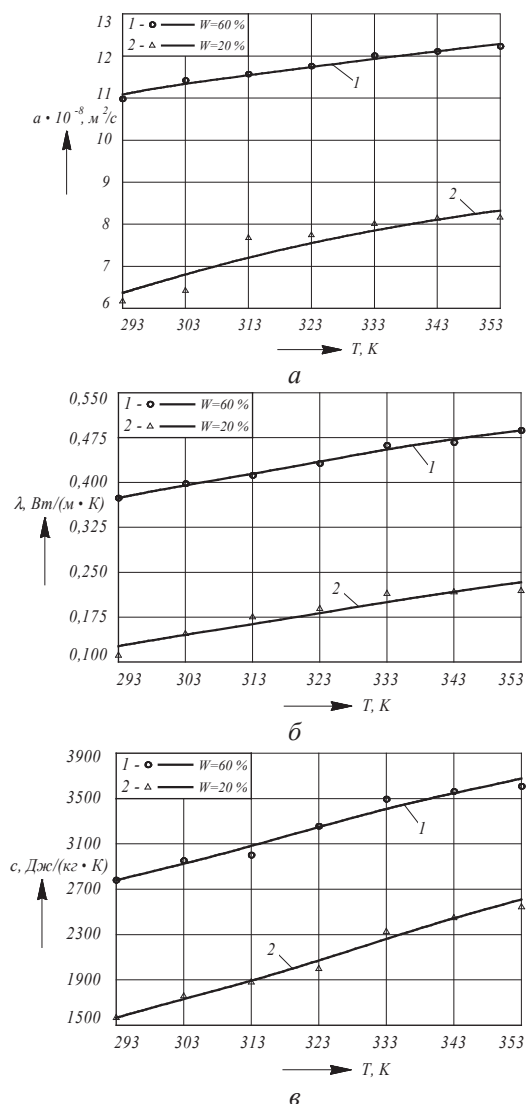


Рис. 2 – Зависимость коэффициента температуропроводности (а), теплопроводности (б) и удельной теплоемкости (в) тыквенного пюре от температуры при влажности $W = 20\%$ и $W = 60\%$

температуры нагрева пюре на вертикальной стенке вакуум-камеры (рис. 3) с 35,3 до 40,6 °С количество выпариваемой влаги из тыквенного пюре увеличилось в 1,4 раза, а с увеличением температуры термостатирования стенки с 45,1 до 50,3 °С для кабачкового пюре и с 40,5 до 45,8 °С для пюре из патиссонов количество выпариваемой влаги увеличилось в 1,5 и 1,86 раза соответственно.

По кривым скорости испарения паров (рис. 4), полученным путем графического дифференцирования зависимостей изменения массы испаряемых паров от времени, видно, что в начале первой стадии происходит резкое увеличение скорости испарения паров. Причем величина максимальной скорости испарения паров приходится на середину периода распыливания. После окончания распыливания пюре проис-

Подготовка сырья включала в себя мойку, чистку и удаление плодоножек, резание на куски размером 25×30×30 мм, варку или бланширование (при необходимости), а также двукратное измельчение – до размера частиц 5 мм в шнековом измельчителе, а затем «тонкое» измельчение на коллоидной мельнице КМ-100 до конечного размера частиц 0,3...0,5 мм. После измельченного сырья загружалось в автоклав, в котором осуществлялось кратковременное нагревание исходного пюре до температуры 384...400 К и давления 0,15...0,25 МПа.

Далее пюре распыливалось с помощью сопловой форсунки ($d=1,2 \div 2$ мм) в вакуум-камере. В результате резкого перепада температуры и давления в вакуум-камере ($P_{\text{в.кам}} = 4 \div 5,5$ кПа) происходило мелкодиспергированное распыление продукта, сопровождающееся мгновенным испарением части влаги, содержащейся в пюре в перегретом состоянии – I стадия. Затем капельки пюре достигали вертикальной стенки вакуум-камеры и оседали на ней, образуя пленку продукта, постепенно стекающую вниз по стенке под действием сил тяжести – II стадия.

Интенсивность испарения влаги из пюре определяется диапазоном изменения величины разрежения и температуры, испаряемых из вакуум-камеры паров при различных режимах распыливания пюре.

Выявлено, что процесс выпаривания влаги из стекающей вниз по вертикальной стенке вакуум-камеры пленки пюре при минимальном допустимом разрежении термолабильных веществ происходил при температуре стенки вакуум-камеры 308...313 К – для тыквенного пюре, 318...328 К – для кабачкового и 308...318 К – для патиссонового пюре при величине разрежения в вакуум-камере 4...7,8 кПа, 4...12,8 кПа и 4...9 кПа соответственно.

Исследования, проведенные при различных режимах процесса концентрирования тыквенного и кабачкового пюре (давление в автоклаве, давление в вакуум-камере, температура стенки вакуум-камеры, диаметр сопловой форсунки) показали существенное влияние этих параметров. Так, при изменении тем-

ходить значительное снижение скорости испарения паров, это объясняется уменьшением поверхности парообразования.

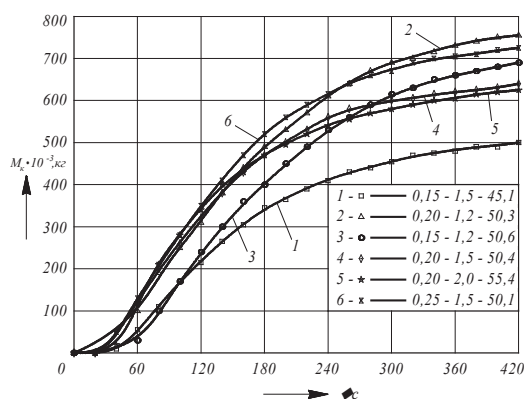


Рис. 3 – Зависимость изменения массы испаряемых паров от времени при выпаривании кабачкового пюре

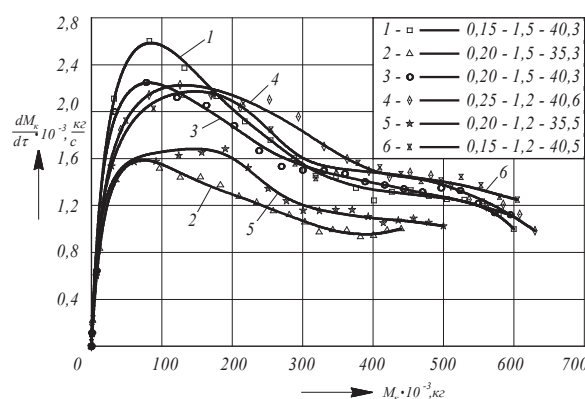


Рис. 4 – Кривые скорости испарения отбираемых из вакуум-камеры паров при выпаривании тыквенного пюре

Таким образом, установлено что, изменяя температуру стенки вакуум-камеры, можно интенсифицировать процесс концентрирования пюре из кабачков, тыквы и патиссонов. Следует отметить, что чрезмерное увеличение давления в автоклаве, а также температуры стенки вакуум-камеры значительно влияет на качество конечного продукта. Полученные кинетические зависимости легли в основу выбора рационального баротермического режима с целью сохранения высокого качества готового пюре.

С помощью анализатора антиоксидантной активности «Цвет Яуза-01-АА» была определена суммарная антиоксидантная активность вытяжек свежих и концентрированных пюре из тыквы, кабачков и патиссонов [2]. По результатам, приведенным в таблице 2, видно, что суммарная антиоксидантная активность концентрированных тыквенного и кабачкового пюре больше антиоксидантной активности соответствующих свежих (исходных) пюре, это связано с различиями в количественном и качественном фракционном составе объектов исследования.

Таблица 2 – Результаты расчетов суммарной АОА овощных пюре по аскорбиновой кислоте

Продукт		Аскорбиновая кислота		
		Концентрация по графику	Суммарная АОА, мг/г	на 100 г продукта
Кабачки	свежее пюре	4,02	0,05	4,9
	концентрированное пюре	10,35	0,26	25,8
Тыква	свежее пюре	7,50	0,51	50,5
	концентрированное пюре	12,74	0,87	87,1
Патиссон	свежее пюре	8,65	0,08	8,4

Проведенные исследования химического состава исходного и концентрированного кабачкового и патиссонового пюре (табл. 3), определение содержания микро- и макроэлементов, незаменимых аминокислот, витаминов показывает более высокое содержание ценных термолабильных веществ в концентрированных пюре кабачков и патиссонов.

Исследование химического состава и определение показателей качества исходных и концентрированных пюре из тыквы, кабачков и патиссонов доказывает целесообразность применения двухстадийного процесса концентрирования с использованием щадящих технологических режимов для сохранности таких важных микроэлементов как натрий, калий, кальций, магний, железо; витаминов (С, В₁, В₂ и т.д.); незаменимых аминокислот; углеводов и других термолабильных веществ.

Рассмотрена возможность применения концентрированного тыквенного пюре в производстве хлеба. Экспериментальное исследование влияния дозировки тыквенного пюре на свойства пшеничного теста и качество готового хлеба с использованием ряда современных методик исследования и лабораторного оборудования показывают целесообразность использования рецептурного компонента – тыквенного пюре при дозировке 6 % (при влажности 82,3 %), обеспечивающей получение готовых изделий с наилучшими потребительскими показателями качества и повышенной пищевой ценности.

Таблица 3 – Химический состав исходного и концентрированного кабачкового и патиссонового пюре

Измеряемые параметры	Ед. изм.	Пюре из кабачков		Пюре из патиссонов	
		исходное	концентрированное	исходное	концентрированное
Общая влага	%	82,31	59,47	91,56	72,49
Массовая доля сырого протеина	%	0,76	1,26	0,81	1,31
Углеводы	%	4,31	19,87	5,16	20,02
Содержание NO ³⁻	мг/кг	52,30	63,12	57,12	67,47
Натрий (Na)	мг %	179,63	212,50	185,89	216,52
Калий (K)	мг %	236,32	256,63	242,15	287,32
Кальций (Ca)	мг %	14,91	16,98	16,01	17,05
Магний (Mg)	мг %	9,10	10,89	9,89	11,02
Железо (Fe)	мг %	0,41	0,56	0,39	0,98
Фосфор (P)	мг %	11,87	14,32	34,56	49,12
Валин	мг/100 г	78,9	108,73	68,9	109,74
Изолейцин	мг/100 г	12,7	17,02	11,9	18,89
Лейцин	мг/100 г	6,44	8,49	6,76	9,56
Лизин	мг/100 г	161,4	223,65	179,82	231,02
Метионин + цистин	мг/100 г	24,6	32,91	19,56	29,14
Треонин	мг/100 г	11,7	15,64	12,32	16,02
Фенилаланин + тирозин	мг/100 г	34,2	45,73	37,42	47,89
Тиамин (B ₁)	мг%	0,021	0,032	0,034	0,046
Рибофлавин (B ₂)	мг%	0,019	0,030	0,028	0,036
Витамин С	мг%	15,610	19,920	19,654	29,321
Ниацин (PP)	мг%	0,012	0,023	0,104	0,241

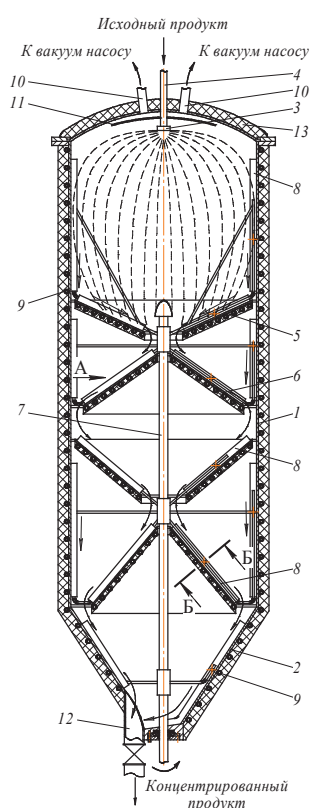


Рис. 5 – Вакуум-выпарной аппарат

По результатам исследований предложена перспективная конструкция вакуум-выпарного аппарата (рис. 5), позволяющая интенсифицировать процесс выпаривания за счет кратковременного протекания процесса; повысить качество овощных пюре за счет использования «мягких» технологических режимов, снизить энергозатраты и повысить производительность.

Выводы. В результате проведенных исследований была разработана высокоэффективная технология производства овощных пюреобразных концентратов методом двухстадийного выпаривания. Полученные кинетические закономерности процесса концентрирования исследуемых видов овощных пюре позволили выявить динамику изменения температуры пюре и величины разряжения в вакуум-камере. Установлено, что суммарная антиоксидантная активность концентрированных овощных пюре больше, чем свежих пюре. Выявлено, что полученные пюреобразные концентраты обладают высокой биологической, пищевой и энергетической ценностью, хорошими потребительскими свойствами. Разработана оригинальная конструкция вакуум-выпарного аппарата для реализации предлагаемой технологии.

Литература

1. Вертяков, Ф. Н. Производство концентрированных фруктовых и овощных пюре [Текст] / Ф. Н. Вертяков, А. Н. Остриков. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – 452 с.
2. Остриков, А. Н. Исследование антиоксидантной активности овощных пюре [Текст] / А. Н. Остриков, А. Н. Веретенников // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 4 (31). – С. 203-207.