

значительный вклад в ШХ машины оказывает ШХ зубчатого редуктора и электродвигателя.

Проведенные исследования показали, что излучаемые уровни звуковой мощности машины для измельчения мяса Kopcar MEM 12e хорватской фирмы в условиях эксплуатации при работе без нагрузки приближено к ПДШХ и на частоте 1000 Гц превышает – на 2 дБ. При работе машины под нагрузкой ее ШХ, на низких октавных полосах частот ниже, чем без нагрузки, а на средних и высоких частотах выше, вследствие наличия ударных процессов.

Методом отсоединения машины на составные части установлено, что вибрация лотка ухудшает ШХ машины. Следует увеличить жёсткость его конструкции. Основным источником шума в машине является зубчатый редуктор.

По результатам факторного эксперимента вида 2³ установлено, что возрастание УЗМ связано с усилием на толкателе, а также с затуплением ножа. Это явление сказывается на низких частотах. Улучшается ШХ машины при обработке продукта с более высоким модулем упругости.

Дальнейшие исследования предусматривают получение многофакторных моделей в натуральных переменных и апробация методов улучшения ШХ МИМ.

Список использованной литературы

1. Заплетников И.Н. Шумовые характеристики машины измельчения мяса для эксплуатации на предприятиях общественного питания / И.Н. Заплетников, А.К. Пильненко, А.В. Гордиенко, О.Д. Квилинский // Шум теория и практика: Научный журнал Балт. гос. техн. ун-т "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова – СПб: БГТУ "ВОЕНМЕХ", 2016. – Вып. 2. – №3. – 89 с. – С. 23–29.

УДК 631.811

**Бендерская О.В., Шутюк В.В., доктор технических наук, доцент,
Бессараб А.С., кандидат технических наук, профессор**
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НИТРОЗОСОЕДИНЕНИЙ В КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ТОМАТОПРОДУКТАХ

Увеличивающееся из года в год химическое загрязнение распространяется на все среды – воду, воздух, почву и создает принципиально новые условия для существования, отличные от тех, к которым в течение тысячелетий были адаптированы растения, животные и человек [1]. Этот факт вызывает тревогу. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что экологический фактор существенно влияет на элементный химический состав растений и продуктов их переработки. Поглощение растениями различного рода токсичных элементов, в том числе тяжёлых металлов – наиболее опасно [1, 3].

При производстве концентрированных томатопродуктов удельное содержание тяжёлых металлов в них значительно возрастает с увеличением сухих веществ. Также под действием температуры в продуктах проходят структурные изменения – образуются новые соединения, в том числе и нитрозамины (НА). Одним из опаснейших канцерогенов является N-нитрозодиметиламин (НДМА), что образующийся при нитрозировании аминных групп под действием температуры [2]. Это – сильнодействующее канцерогенное вещество, включенное в число других нитрозосоединений Международным агентством по изучению рака в число соединений, канцерогенные свойства которых несомненны. Недостаточная изученность изменения концентрации тяжёлых металлов, нитратов, НА и НДМА при концентрировании томатопродуктов вызвала необходимость углубленного исследования в этих процессах.

Материалом для исследований послужили томаты Лампо F1, предназначенные для переработки в томат-пасту, сок и другие томатопродукты, имеющие имеет высокое содержание сухих веществ (5,6...6,3 %), а также хорошо адаптированные для всех зон промышленного выращивания томатов. Для концентрирования томатопродуктов использовался лабораторный роторный вакуумный испаритель ИКА RV 10 digital V. Концентрации тяжёлых металлов (Zn, Cu, Pb) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии по методике ГОСТ 26929–94 «Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов». Содержание нитратов в томатопродуктах устанавливали по методике согласно ДСТУ 4948:2008 «Фрукты, овощи и продукты их переработки. Методы определения содержания нитратов». Определение N-нитрозаминов проводили соответственно методических указаний по методам контроля МУК 4.4.1.011–93 «Определение летучих N-нитроаминов в продовольственном сырье и пищевых продуктах». (Утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 22.12.1993).

Исследования, проводимые в Национальном университете пищевых технологий, показали, что содержание тяжёлых металлов в концентрированных томатопродуктах линейно зависит от содержания сухих веществ (таблица 1) и описываются в виде зависимости $y = a + bx$.

Полученные экспериментальные данные обрабатывались в виде эмпирических рядов регрессии по способу наименьших квадратов. В результате математических расчетов определяли коэффициенты a и b зависимостей содержание тяжёлых металлов в концентрированных томатопродуктах (рисунок 1). Установлено, что зависимость

концентрации свинца в томатопродуктах от содержания сухих веществ определяется выражением:

$$C_{Pb} = 0,006 + 0,016 m, \text{ мг/кг}, \quad (1)$$

где m – концентрация сухих веществ, %.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в томатопродуктах, мг/кг

Металл	Концентрация сухих веществ томатопродуктов, %				
	5,6	6,3	15,0	20,0	28,5
Свинец (Pb)	0,086	0,928	0,266	0,293	0,432
Медь (Cu)	0,908	1,869	3,870	5,020	6,575
Цинк (Zn)	2,107	2,415	4,826	6,901	8,985

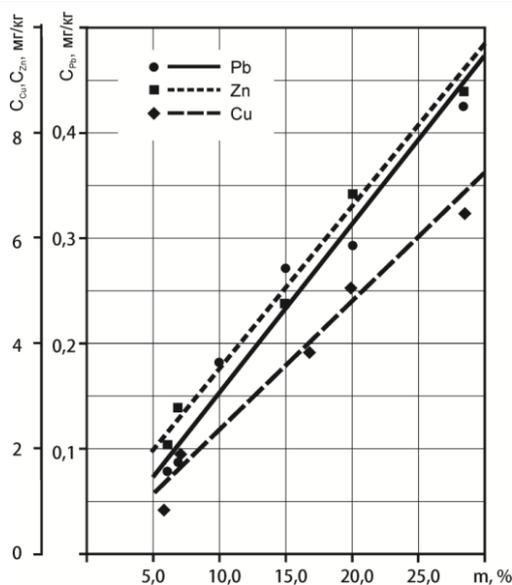


Рисунок 1 — Зависимость концентрации тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu.) от концентрации томатопродуктов

Содержание меди в зависимости от концентрации сухих веществ описывается выражением:

$$C_{Cu} = 0,42 + 0,23 m, \text{ мг/кг}. \quad (2)$$

Для определения зависимости содержания цинка в зависимости от содержания сухих веществ получено уравнение:

$$C_{Zn} = 0,01 + 0,35 m, \text{ мг/кг}. \quad (3)$$

Рассмотрение результатов проведенных экспериментов свидетельствует, что при повышении концентрации сухих веществ при концентрировании в 6,33 раза (процент сухих веществ в исходном продукте 5,6...6,3, в концентрате – 28,5) концентрация свинца, меди и цинка возрастает в 6,5...7,5 раз.

СанПиН 43–123–4089–86 устанавливают одинаковые требования к предельно допустимым концентрациям тяжелых металлов и мышьяка, как для овощей, так и для овощных консервов, к которым относятся и концентрированные томатопродукты. Таким образом, не исключена возможность, что при упаривании томатного сока с содержанием тяжелых металлов и мышьяка в 0,18...0,25 их ПДК и выше полученная

томатная паста может иметь содержание металлов, превышающее их ПДК и не будет соответствовать требованиям СанПиН 43–123–4089–86. Данный вывод подтверждается результатами проведенных экспериментов, когда при ПДК меди 5 мг/кг и ее содержании в исходном материале 0,9 мг/кг, ее концентрация в процессе концентрирования возросла до 6,6 мг/кг, то есть превысила значение ПДК.

Таким образом, для получения концентрированных томатопродуктов, в которых содержание тяжелых металлов и мышьяка гарантированно не будет превышать значений ПДК, необходимо ужесточить требования к содержанию этих элементов в исходном материале, которое не должно превышать (0,15...0,18) ПДК определенных СанПиН 43–123–4089–86.

В процессе консервирования и концентрирования соков под действием температуры проходят структурные изменения – образуются новые соединения, в том числе и нитрозамины. Так, свежий томатный сок содержит 45 мг/кг аминокислот, в то время как консервированный – 337 мг/кг (табл. 2). Поэтому в процессе разработки нового оборудования для производства концентрированных овощных соков нами проводились исследование образования НДМА.

Таблица 2 – Содержание аминокислот, мг/100 г свежего и переработанного томатного сока

Аминокислота	Свежий сок	Консервированный сок
Аспарагиновая кислота	5,5	51,6
Треонин	1,0	9,0
Серин	2,3	12,7
Глутаминовая кислота	21,9	212,5
Фенилаланин	1,4	10,8
Лизин	0,9	5,1
Гистидин	0,9	7,5
Другие	11,2	28,4
Общее содержание	45,1	337,6

Установлено, что интенсивность накопления НДМА во время концентрирования томатного соку

возрастает с увеличением содержания сухих веществ в концентрате, что свидетельствует о нитрозировании аминов и аминокрупп. Нитрозированию также подвергаются нитраты и продукты их преобразования. Увеличение активности образования НДМА в конце процесса концентрации объясняется тем, что устойчивыми являются лишь вторичные амины. Так, содержание НДМА составляет в концентрированных томатопродуктах больше 120 мкг/кг.

Исследование содержания тяжелых металлов в процессе концентрирования томатопродуктов на вакуумной лабораторной установке позволило установить, что при концентрации сухих веществ до 28 % в продукте концентрация тяжелых металлов увеличивается в 6,5...7,5 раз и превышает ПДК. На основе полученных результатов установлены линейные зависимости изменения концентрации свинца, меди и цинка от содержания сухих веществ.

Также установлена зависимость изменения концентрации нитратов от концентрации сухих веществ. Зависимость свидетельствует о том, что увеличение содержания нитратов происходит в меньшей степени, чем увеличение концентрации сухих веществ. Полученная зависимость подтверждает выводы ряда исследователей о снижении концентрации нитратов при тепловой обработке за счет их разложения, а также удаления вместе с летучими соединениями.

Проведенные исследования позволили установить, что для получения концентрированных томатопродуктов, в которых содержание тяжелых металлов и нитратов не превышает ПДК, необходимо, чтобы содержание тяжелых металлов в исходном материале (томатном соке) не превышало (0,18...0,25) ПДК, а нитратов содержалось не более (0,3...0,35) их ПДК.

Список использованной литературы

1. Bessarab O., Shutuyuk V. (2013), The formation of carcinogenic compounds in production of foodstuffs, Book of Abstracts Congress NEEood–2013, Kyiv.
2. Ruiter, A. Analysis of chemical preservatives in foods, in Methods of analysis of food components and additives, 1st edn (ed S. Ötles) /Ruiter, A. and Bergwerff, A.A. – Taylor & Francis, England, pp., – 2005 – 379–399.
3. Determination of volatile N-nitrosamines in food raw materials and food products (1993), Methodical instructions on control methods, Moscow.

УДК 637.5.07

**Кабулов Б.Б., кандидат технических наук, доцент,
Какимов А.К., доктор технических наук, профессор,
Мустафаева А.К., кандидат технических наук, Джилкишева А.Г.**
Государственный университет имени Шакарима, г. Семей, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ САРДЕЛЕК «ЕРТИС»

В ходе исследований нами разработаны рецептуры и технологии комбинированных мясных продуктов с использованием вторичного сырья [1, 2]. Новейшей разработкой является рецептура и технология сарделек «Ертис» с использованием конской мясной обрезки и белкового обогатителя, в состав которого входят мясокостная паста, белково-жиро-кровяная эмульсия и т.д.

С целью обоснования сроков хранения готовых продуктов изучена динамика изменения микробиологических показателей опытных образцов в зависимости от количества добавления белкового обогатителя (таблица 1).

Таблица 1 – Микробиологические показатели сарделек «Ертис» в процессе хранения в зависимости от количества добавленного белкового обогатителя

Продолжительность хранения, 10 ⁵ с	Белковый обогатитель, %	Общее количество микробов в 1 г продукта, 10 ³
1	2	3
0	0 (контроль)	0,6
	10	0,65
	15	0,7
	20	0,8
	25	0,85
0,430	0 (контроль)	0,75
	10	0,8
	15	0,85
	20	0,9
	25	1,0