

В диссертационный совет Д 006.021.02
при ФГБНУ «Федеральный научный центр
пищевых систем им. В.М.Горбатова» РАН

ОТЗЫВ

Официального оппонента Ольги Николаевны Красули
на диссертационную работу Семипятного Владислава Константиновича
на тему: «Принципы мета-аналитической декомпозиции при
формировании цифровых идентификационных профилей пищевых
систем», представленную на соискание ученой степени доктора
технических наук по специальности 05.18.04- «технология мясных,
молочных и рыбных продуктов и холодильных производств»

Актуальность диссертационной работы

Одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед отечественными производителями пищевой продукции, является обеспечение населения высококачественными продуктами питания. Состояние питания населения – один из важнейших факторов, определяющих здоровье нации, которое можно рассматривать как интегральный отклик на совокупное действие группы факторов, таких как образ жизни, состояние окружающей среды, трофический статус. Наука о пище стремится воздействовать на наиболее лабильный из этих факторов – трофический статус, путем улучшения качества продуктов питания и совершенствования организации их контроля. Для этого необходимо создание современной технической и методической базы, позволяющей осуществлять групповую и индивидуальную аутентификацию продукции на основе цифровизации процессов прослеживаемости и контроля.

Основными факторами, определяющими соответствие пищевых продуктов их ожидаемым свойствам, является научное обоснование их рецептурного состава и функционально-технологических свойств, а также технологических воздействий и средств контроля. Для этих целей используются ЭВМ-программы, автоматизированные экспертные системы, которые представляют собой современные системы поддержки принятия решения при моделировании оптимальных рецептур пищевых продуктов с заданным составом и свойствами и их идентификации.

Однако, в настоящее время, из-за информационной неопределенности сырья, производства, маркетинга невозможно построить робастные оценочные критерии для идентификации и прослеживаемости качества и безопасности пищевых продуктов. Учитывая изложенное выше, разработка методологии идентификации продукции для построения цифрового профиля продукта с использованием современного математического аппарата является актуальной.

Новизна, степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, базируются на результатах обширного анализа источников информации и значительном экспериментальном материале.

Актуальность темы определила основную цель и задачи исследований, ориентированных на изучение научных и прикладных аспектов анализа пищевых систем, создание методологии их мета-информационной идентификации и цифровизации, разработку соответствующих алгоритмов и программ для ЭВМ с использованием элементов прослеживаемости, аппарата нечеткой логики и машинного обучения. Диссидентом сформулированы основные положения, выносимые на защиту, и последовательно решены все научные задачи. Материал диссертации изложен в логической последовательности.

Основная часть диссертационного исследования включает анализ состояния вопроса; формулировку проблемы, целей и задач исследования; методологическое сопровождение; схему организации исследований, которая включает 4 этапа- поисковый, теоретический, экспериментальный и практический; заключение с выводами и рекомендациями.

Основное содержание работы отражено в 69 научных публикациях, из них 10-в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 13 – в зарубежных журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus и WOS, получено 13 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ. Результаты исследований изложены в 3 монографиях.

Диссертационная работа Семипятного В.К. по объему, содержанию и выводам представляет собой завершенное научное исследование. Основной текст диссертации изложен на 259 стр. машинописного текста, содержит 16 таблиц и 84 рисунка, список использованных информационных источников содержит 323 наименования.

Изложенные в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации подтверждаются результатами исследований, выполненных автором на высоком научно-методическом уровне.

Диссидентом использованы основные положения теории пищевой комбинаторики, системного анализа, нечеткой логики, гибкой методологии Agile, адаптированной к пищевым технологиям, а также цифровые технологии, реализованные в системах поддержки принятия решений при идентификации и прослеживаемости качества продуктов, предложены подходы к объективизации методов контроля , что позволило разработать методологию комплексной информационной поддержки производства и идентификации пищевых продуктов с заданным составом и свойствами.

Разработана, научно обоснована и апробирована в производственных условиях мета-информационная методология идентификации пищевых систем (на примере молочных и винодельческих) на основе, разработанного автором, алгоритма их цифрового профилирования.

На основе результатов аналитико-синтетической обработки информации по проблеме установлено несоответствие между традиционно сложившимися схемами мониторинга и фактическим уровнем развития технологий пищевых продуктов и доказана необходимость применения нового, мета-аналитического подхода к процедурам идентификации.

Заслуживают внимания результаты диссертационного исследования по разработке логико-понятийного аппарата при конструировании групп однородной пищевой продукции, что позволило автору модифицировать модель продукта в цифровом поле с использованием кортежа мета-данных, который, по мнению автора, должен являться неотъемлемым атрибутом пищевого продукта.

Особый интерес представляет, разработанный автором диссертации, методологический аппарат базовых матриц, который объединяет рецептурные, функционально-технологические и мета-аналитические аспекты цифрового профилирования пищевого продукта. Используя эту методологию, автору удалось конкретизировать уровень перехода качества продукта от подлинного до фальсифицированного.

Несомненной новизной обладают полученные результаты по классификации пищевых продуктов и мониторингу их качества с применением теории нечетких множеств и кластеризационного анализа при обосновании критериев дифференциации различных групп пищевых продуктов, что позволяет повысить степень идентификации пищевой системы в условиях реального времени с учетом информационной неопределенности. Для этих целей автором использована гибкая методология управления качеством систем Agile.

Впервые, для реализации иерархического дифференцирования введено понятие идентификационного расстояния пищевого продукта, что позволило разработать графы дифференцирования по таким критериям, как кислотность, цветность, видовой состав микрофлоры, вкусовая идентичность(на примере пищевых систем молочного профиля). Автором в диссертационном

исследовании доказана необходимость использования метода генетического программирования для оптимизации процессов расчета сбалансированных многокомпонентных пищевых систем и разработан соответствующий алгоритм.

Создан программный комплекс из 13 программ по идеологии Open Source, который использует методологию мета-информационного подхода для формирования и идентификации цифрового профиля пищевого продукта, который оформлен в формате электронного СТО .

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается выбором современных методов анализа, проведением исследований в лабораториях на сертифицированном оборудовании, апробацией результатов, использованием современных методов и соответствующих ЭВМ-программ обработки полученных результатов исследования. О достоверности результатов свидетельствует представительная выборочная совокупность экспериментальных данных и применение соответствующих методов их математической обработки. Результаты работы апробированы на многочисленных конференциях, форумах и семинарах международного и всероссийского уровня.

Автореферат отражает основное содержание диссертации. Тема диссертации полностью раскрыта в ее содержании. Сформулированная в работе цель достигнута. Большой личный вклад соискателя в выполнение работы не вызывает сомнения. Заключение диссертации отражает наиболее важные, полученные автором, результаты.

Практическая значимость диссертационного исследования

Разработана робастная система мониторинга качества и безопасности пищевых систем полного цикла на основе их цифровизации, причем, впервые, в его основу заложено понятие базового пищевого полуфабриката, которое

носит универсальный характер независимо от отрасли пищевой промышленности.

Создан программный комплекс, позволяющий осуществлять расчет рецептур с применением аппарата генетического программирования, модули для дифференциации и идентификации пищевых продуктов на основе разработанных базовых матриц с применением нечеткой логики и элементов машинного обучения. Он размещен в открытом доступе на платформе Wolfram, новизна технических решений подтверждена 13 Свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Созданы в формате цифрового профиля 3 стандарта организации: цифровые паспорта молока ультрапастеризованного, масла сладкосливочного несоленого и молока сухого цельного, которые реализованы на предприятиях молочной отрасли в виде подписки на интерактивное программное обеспечение по схеме Software as Service , о чем имеется подтверждение в виде 12 Актов о внедрении.

Личный вклад автора в разработку научной проблемы

Автором самостоятельно решена научная проблема, обоснована методология и схема выполнения исследования, разработаны модели, алгоритмы и программное обеспечение, полученные результаты обработаны и проанализированы, сформулированы выводы.

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Сформулированная в диссертации цель исследований: «создание методологии мета–информационной идентификации и цифровизации технологического профиля пищевых систем...» не предполагает наличие конкретных индикаторов для ее достижения, поскольку неясно, для чего создается названная выше методология.

2. В первой главе приведены результаты анализа проблемы конгломерации процессов идентификации и аутентификации пищевых

продуктов и сырья для их производства, а также оценки современных подходов к вопросу мирового научного сообщества» (стр. 12), в которой представлено описание известных методов решения рассматриваемых проблем без аналитико-синтетической обработки информации - не указаны их преимущества и недостатки, а также , противоречия, требующие разрешения. При этом, в заключении по главе 1 делается вывод, что существующие идентификационные методики во многом не корректны для реализации в распределенных системах, которыми являются на глобальном уровне все пищевые продукты, объединенные единым логистическим и технологическим базисом, и поэтому, применение мета-аналитического континуального подхода затруднено из-за разброса методик и исследований. С такими выводами трудно согласиться, поскольку в последние годы появилось много работ, посвященных цифровизации технологических систем в пищевой промышленности.

3. На мой взгляд, предложенное автором диссертации определение термина «пищевой продукт» (4, с.80) не корректно, потому, что рецептура и технологические операции не могут быть пищевым продуктом, что следует из предложенного определения!

4. При анализе задачи кластеризации (формула 4.1),поставленной автором, четко не указаны исходные данные. Кроме того, автор утверждает ,что решением задачи является вектор конфигурации С, размерность которого заранее не известна. Предложенный критерий оптимизации не имеет очевидной интерпретации.

В результате решения задачи сами кластеры не определяются, а задача кластеризации «размывается» новыми задачами в последующих параграфах диссертации. Кроме того, не приведен хотя бы один пример решения поставленной задачи для базовых объектов исследования. На мой взгляд, постановка задачи кластеризации должна иметь следующую структуру:

Исходные данные: множество многомерных объектов; для каждого объекта

представлен кортеж его параметров (состав исходного сырья, состав нутриентов, результаты физико-химического и органолептического анализа и др. параметры), а также их метрика, например, относительная важность параметров, устанавливаемая экспертами. Решением задачи является множество кластеров, оптимизирующих заданный критерий. Если кластеры определены и появился новый объект, то ставится задача классификации-отнесение этого объекта к одному из кластеров.

5. В разделе «Проектирование пищевого продукта на основе аппарата базовых матриц» представлены, в основном, известные линейные задачи оптимизации рецептур создаваемых продуктов. Определенная новизна диссертационного исследования заключается в постановке задачи поиска оптимальных решений по критерию, отражающему степень приближения к заданному эталону. Это нелинейная задача оптимизации, для решения которой предложен генетический алгоритм, связанный со случайной генерацией допустимых решений и их развитие по функциям приспособленности. На мой взгляд, было бы желательно добавить требование целочисленности искомого решения, в соответствии с точностью дозаторов (например, невозможно реализовать дозирование компонента $x(i) = 0, 1\%$).

6. Считаю, что вместо листинга программы для модуля реализации генетического алгоритма на языке Wolfram Language (рис. 5.11) следовало бы представить блок-схему алгоритма в соответствии с ГОСТом на изображение алгоритмов. Аналогичное замечание по рис. 5.8, 5.2, 7.1, 7.2, 7.4, 7.7, 7.8, 7.9, 7.11, 7.12, 7.14, 7.17, 7.19, 7.21, 7.24, 7.26

7. Рисунок 7.3 озаглавлен как «Вид программы многокритериальной идентификации продукта». Полагаю, что этот рисунок следовало бы назвать «Интерфейс программы». Аналогичное замечание по рисункам 4.7, 7.15, 7.16, 7.20, 7.22, 7.23, 7.25, 7.27

8. В формуле 1.23 неверно записан оператор суммирования: автором использованы два индекса. На мой взгляд, логично было бы добавить еще один оператор суммирования. Аналогичная ошибка в формуле 3.8.

9. В формуле 5.18 компоненты вектора t могут иметь разную размерность. Поэтому, элементы суммирования должны быть нормированными.

10. На рисунке 5.5 представлена оптимальная рецептура по целевому нутриентному составу продукта в виде: «сухое молоко - 0.232500003, жир - 0.0840055297, сахар - 0.435435439, вода - 0.25277156». Ясно, что с такой точностью реализовать рецептуру невозможно, т. е. решение нужно искать в дискретном множестве значений с точностью до одного процента. Но это ограничение усложняет задачу (она становится целочисленной), что требует специальных алгоритмов.

11. Отсутствуют названия и размерности координат на рисунках 2.5, 2.6, 4.3, 4.5, 4.7, 6.8

12. В тексте диссертации прослеживается стремление автора к научообразию. Например, *определение 5, с. 126: «Идентификационное расстояние $I(x, y)$ — количество методик, для которых существует хотя бы одна конфигурация результирующих параметров, позволяющих с достаточным уровнем доверия дифференцировать базовую матрицу продукта x от базовой матрицы продукта y ».*

Возникает вопрос, какие методики рассматривает автор и что значит дифференцировать? Оказывается, согласно рассуждениям автора, для многомерного объекта с M параметрами, нужно провести кластеризацию по каждому параметру отдельно, чтобы рассчитать $I(x, y)$. Учитывая, что метод кластеризации позволяет провести кластеризацию по интегральному критерию на основе всех M параметров, не совсем понятна целесообразность такого подхода.

13. Автором разработаны 13 программ для решения рассмотренных в диссертации задач. Для каждой программы прилагается база данных в виде файла. При этом, они не объединены в систему, функционирующую в едином информационном пространстве. Кроме того, информационно-логическая модель базы данных не разработана, единое информационное пространство не создано.

Указанные выше замечания, в целом, не снижают научной ценности и практической значимости диссертационной работы.

Выводы, сформулированные автором, аргументированы, достоверны, обладают несомненной научной новизной; основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых отечественных и зарубежных научных изданиях.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

В целом, диссертационная работа Семипятного Владислава Константиновича «Принципы мета-аналитической декомпозиции при формировании цифровых идентификационных профилей пищевых систем» по структуре рукописи, объему исследований, степени их аналитической проработки и прикладной значимости отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (ред. от 01.10.2018 г). Обобщая результаты анализа оппонируемой диссертационной работы, автореферата и публикаций диссертанта следует отметить, что представленная диссертация является законченным, самостоятельно выполненным, обладающим внутренним единством научным трудом, в котором приведены результаты теоретических и прикладных

исследований в области цифровизации процессов идентификации, прослеживаемости, обеспечении безопасности и качества пищевых систем. Результаты работы обладают несомненной научной новизной и имеют практическую значимость.

Положительно оценивая диссертационную работу, следует заключить, что она соответствует критериям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Семипятный В.К., заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по заявленной специальности.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры технологии хранения и переработки
продуктов животноводства Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Российский государственный
аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева»

Российская Федерация, 127550,
Москва, ул. Тимирязевская, д.49
Тел.: +7 (499) 976-46-12

E-mail: okrasulya@rgau-msha.ru

 Красуля О.Н.
27.12.2021

Подпись профессора Ольги Николаевны Красули удостоверяю.

