



Научная статья

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

УДК 664.314

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.010

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРОГНОЗИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

Екатерина Юрьевна Вольф¹, Виктория Николаевна Стрижевская²,
Виктория Михайловна Козырева³, Инна Владимировна Симакова⁴,
Алексей Андреевич Вольф⁵

1, 2, 3, 4, 5 Саратовский ГАУ, Саратов, Россия

¹ volftpp@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1769-2667>

² viktoriya_strizh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9914-6576>

³ vika_koz_95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8947-1006>

⁴ simakovaiv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0998-8396>

⁵ alexwolfff@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2421-1147>

Аннотация. Для повышения эффективности прогнозирования качества продукции необходим единый систематизированный подход, основанный на иерархичности и многомерности качества, учитывающий степень влияния каждого показателя на качество в целом. Таким подходом является квалиметрическая модель. Целью исследования являлось применение квалиметрической модели для проектирования функциональной и специализированной продукции на основе масличного сырья. Объектами исследования служили купажи нерафинированных растительных масел сафлора, горчицы, рыжика и расторопши, сбалансированных по оптимальному соотношению полиненасыщенных жирных кислот. Для определения фактической квалиметрической модели в работе применялись следующие методы исследования: для определения показателей пищевой ценности и биологической эффективности применяли расчетный метод с использованием экспериментальных данных о жирнокислотном составе купажей, полученных методом газовой хроматографии, метод органолептического анализа (профильный метод). При разработке квалиметрической модели руководствовались реперными точками с подбором номенклатуры показателей, характеризующих качество купажей нерафинированных масел. Доказано, что разработанные базовые показатели качества, коэффициенты весомости по базовым показателям и группам показателей могут быть применены для прогнозирования функциональных и потребительских свойств купажей растительных масел. Фактические показатели, определяемые эмпирическим путем, подтверждают в соотношении к базовым эффективность разработанных продуктов. Авторами предлагается использовать квалиметрическую модель для прогнозирования потребительских свойств взамен или в дополнение математическим моделям, которые не могут учесть анизотропность свойств продукции.

Ключевые слова: купажи нерафинированных растительных масел, комплексные показатели, прогнозирование, специализированные и функциональные продукты, полиненасыщенные жирные кислоты.

Для цитирования: Проектирование функциональной и специализированной продукции с прогнозируемыми свойствами / Е. Ю. Вольф [и др.] // Ползуновский вестник. 2021. № 4. С. 70–80. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.010.

Original article

DESIGN OF FUNCTIONAL AND SPECIALIZED PRODUCTS WITH FORECASTING PROPERTIES

Ekaterina Yu. Volf ¹, Victoria N. Strizhevskaya ², Victoria M. Kozyreva ³,
Inna V. Simakova ⁴, Alexei A. Volf ⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Saratov State Agrarian University, Saratov, Russia

¹ volftpp@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1769-2667>

² viktoriya_strizh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9914-6576>

³ vika_koz_95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8947-1006>

⁴ simakovaiv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0998-8396>

⁵ alexwolfff@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2421-1147>

Abstract. *To improve the effectiveness of product quality forecasting, we need a single systematic approach based on hierarchy and multidimensional quality, taking into account the degree of influence of each indicator on the quality as a whole. Such an approach is the qualimetric model. The purpose of the study was to use a qualimetric model for the design of functional and specialized products based on oilseeds. The objects of the study were blends of unrefined vegetable oils of safflower, mustard, ginger and milk thistle, balanced according to the optimal ratio of polyunsaturated fatty acids. To determine the actual qualimetric model, the following research methods were used in the work: to determine the indicators of nutritional value and biological effectiveness, a calculation method was used using experimental data on the fatty acid composition of blends obtained by gas chromatography, the method of organoleptic analysis (profile method). When developing the qualimetric model, reference points were guided with the selection of a nomenclature of indicators characterizing the quality of blends of unrefined oils. It is proved that the developed basic quality indicators, weighting coefficients for basic indicators and groups of indicators, can be used to predict the functional and consumer properties of vegetable oil blends. The actual indicators determined empirically confirm the effectiveness of the developed products in relation to the basic ones. The authors propose to use a qualimetric model to predict consumer properties instead of or in addition to mathematical models that cannot take into account the anisotropy of product properties.*

Keywords: *blends of unrefined vegetable oils, complex indicators, forecasting, specialized and functional products, fatty acids.*

For citation: Volf, E. Yu., Strizhevskaya, V. N., Kozyreva, V. M., Simakova, I. V. & Volf, A. A. (2021). Design of functional and specialized products with forecasting properties. *Polzunovskiy vestnik*, (4), 70-80. (In Russ.). doi: doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.010.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время остро стоит вопрос о разработке инновационных продуктов специализированного и функционального назначения. При создании многокомпонентных пищевых дисперсных систем, неустойчивых в технологическом процессе, прогнозирование изменений функциональных свойств затруднено. Это обуславливается чувствительностью к технологическим факторам, таким как режимы, особенно высокотемпературный, контакт с веществами, обладающими окислительным воздействием, в том числе кислород; также это объясняется анизотропностью свойств исходного сырья и потребностью со-

хранить максимально неизменным нативный профиль.

Зачастую вышеперечисленное не учитывается в современных технологических процессах и приводит к необратимой трансформации эссенциальных веществ. Проектирование современных технологий и рецептур в основном базируется на математических моделях, которые позволяют оптимизировать подход, но не учитывают всех факторов изменчивости технологического процесса и сырья. В связи с этим в технологиях функциональных продуктов нового поколения требуется смена подхода к их разработке.

Авторами предлагается базировать разработку исходя из построения квалиметриче-

ской модели. Построение квалитетической модели для прогнозирования свойств продукции основано на реперных точках, идентифицирующих продукцию и характеризующих разрабатываемый технологический процесс. Качество прогноза будет эффективно при выявлении причинно-следственной связи показателей и разработанных процессов. При этом выбор групп показателей качества обусловлен реперными точками для конкретного продукта с учетом применяемых технологических решений.

Стоит отметить, что для получения эффективной модели, характеризующий продукт по разным группам свойств, предпочтительнее применять квалитетическую модель на основе комплексных показателей качества продукта. В соответствии с этим прогнозирование и планирование показателей качества вновь разрабатываемого продукта функциональной и специализированной направленности является важным этапом исследования. На данном этапе с помощью мыслительно-логических методов, возможно, предположить желаемые функционально-технологические свойства, исходя из предлагаемых способов обработки сырья и материалов для исследования [1].

Целью исследования являлось применение квалитетической модели для создания рецептур купажей нерафинированных растительных масел функционального и специализированного назначения.

Объектами исследования служили купажированные нерафинированные растительные масла сафлора, горчицы, рыжика и расторопши, сбалансированных по оптимальному соотношению полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) ω -6: ω -3 5-10:1 и 3:1 [2, 3].

Методы исследования. Чтобы определить фактическую квалитетическую модель, в работе применялись следующие методы исследования: для определения показателей пищевой ценности и биологической эффективности применяли расчетный метод с использованием экспериментальных данных о жирнокислотном составе купажей, полученных методом газовой хроматографии, метод органолептического анализа (профильный метод). Органолептический анализ проводится и регламентируется нормативными документами:

- ГОСТ 5472-50 Масла растительные. Определение запаха, цвета и прозрачности [4];

- ГОСТ 18848-2019 Масла растительные. Органолептические и физико-химические показатели. Термины и определения [5];

- ГОСТ 31986-2012 Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания [6].

При разработке квалитетической модели руководствовались реперными точками с подбором номенклатуры показателей, характеризующих качество купажей нерафинированных масел. Наиболее значимыми показателями стали: показатели пищевой и биологической ценности – степень восполнения потребности человеческого организма в ПНЖК ω -3, ω -6 и витамина Е; показатель сохранности в неизменном виде – массовая доля продуктов окисления нерастворимых в петролейном эфире; органолептические показатели – ненавязчивость послевкусия, полнота вкусового флейвора, насыщенность запаха, полнота аромата букета.

Сопоставление фактических показателей по группам качества с запланированными базовыми предоставило возможность выделить образцы наиболее оптимальные по квалитетическим показателям при прочих равных условиях.

В мировой практике разделение растительных масел на пищевые и технические проводится по общепризнанным показателям безопасности, в число которых входят токсичные элементы (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть), микотоксины, пестициды, радионуклиды и микробиологические показатели (БГКП, колиформы, дрожжи, плесени). Медико-биологическими исследованиями установлены предельно-допустимые концентрации этих веществ в пище, превышение которых приводит к возникновению необратимых вредных последствий для здоровья человека.

Показатели окисления растительных масел, отражающие концентрацию в них перекисных соединений (перекисное число), альдегидов и кетонов (анизидиновое число), свободных жирных кислот (кислотное число), не являются показателями безопасности пищевых растительных масел, т.к. для них не установлены предельно-допустимые концентрации. Это связано с тем, что данные показатели являются естественными характеристиками растительных масел и их значения очень различаются для разных видов растительных масел в зависимости от условий произрастания масличных растений. Так, в ТР ТС 024/2011 кислотное число для рапсового масла составляет до 6 мг КОН/г, для оливкового – от 1,6 мг КОН/г до 4 мг КОН; перекисное число для оливкового масла первого отжима, являющегося по общему признанию одним из лучших видов пищевых растительных масел, составляет до 20 ммоль ак-

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРОГНОЗИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

тивного кислорода/кг, а для других масел – до 10 ммоль активного кислорода/кг [7].

К показателям пищевой ценности и биологической эффективности было решено отнести такие характерные показатели, как степень восполнения потребности человеческого организма в ПНЖК ω -3, ω -6 и витамина Е. Выбор обоснован потенциально большим содержанием этих веществ в спроектированных купажах.

Физиологическая потребность для взрослых составляет 5–8 % от калорийности суточного рациона для ω -6 и 1–2 % – для ω -3 [3].

Усреднённый мировой показатель пищевых энергетических потребностей определён экспертами ФАО и ВОЗ в 2385 килокалорий в сутки на человека [8]. Таким образом, в сутки потребление взрослого человека кислоты ω -6 должно покрывать 119,25–190,8 ккал, ω -3 – 23,85–47,70 ккал от всего рациона.

Известно, что в сутки взрослому человеку требуется 100 грамм жиров в суточном рационе, из них 30 грамм должно приходиться на растительные жиры, следовательно, от данного количества жира растительного происхождения 5–8 % приходится на ω -6, что составляет 1,5–2,4 грамма. Из 30 грамм суточной потребности в растительных жирах 1–2 % приходится на кислоты ω -3, что составляет 0,3–0,6 грамма.

Уточненная физиологическая потребность в витамине Е для взрослых – 15 мг ток. экв./сут [3].

В связи с тем, что в рационе человека должны присутствовать другие продукты, являющиеся источниками ω -3 и 6, витамина Е, количество купажей, способных покрыть потребность организма в этих веществах, рассчитывается из дневной нормы употребления растительных масел.

Таким образом, показатели распределяются следующим образом:

- Степень восполнения потребности организма человека в ω -6:

- факт – фактические значения для всех купажей индивидуальны и представлены в таблице 3;

- база – 1,05–1,68 грамма, примем усредненное значение 1,37 грамма (принято из расчета 70 % от нормируемого содержания, обосновано тем, что в сутки человек употребляет прочие продукты, которые могут являться потенциальными источниками ω -6 кислот, тем не менее, это не гарантировано, и ω -6 кислоты могут быть подвергнуты окислительным процессам ввиду контакта с кислородом. При установлении базового показателя более 70 % имеется риск возникновения

переизбытка в организме ω -6 кислот, что может инициировать начало патологического состояния инсулинорезистентности, изменить метаболизм холестерина и концентрацию метаболитов простагландина Е, что может способствовать ухудшению гормонального состояния и отрицательно влиять на репродуктивную функцию [9]);

- норма – 1,5–2,4 грамм (МР 2.3.1.2432-08), примем усредненное значение 1,95 грамма;

- коэффициент весомости – 0,2 (принят исходя из того, что в рационе человека итак содержатся продукты, содержащие эту группу ПНЖК, и их накопление в организме значительно выше по сравнению с ω -3 кислотами).

- Степень восполнения потребности организма человека в ω -3:

- факт – фактические значения для всех купажей индивидуальны и представлены в таблице 3;

- база – 0,21–0,42 грамма, примем усредненное значение 0,32 грамма (принято в разработанных продуктах учесть восполнение потребности на 70 % от нормируемого содержания, на основании того, что в сутки человек может употреблять прочие продукты, которые могут являться потенциальными источниками ω -3 кислот. В связи с этим установление базового показателя более 70 % имеется риск возникновения переизбытка в организме ω -3 кислот, что может вызвать нарушение свертываемости крови, кровотечения, тремор, тошноту, расстройства перистальтики, апатию. Могут также возникать нарушения работы желудочно-кишечного тракта [10]);

- норма – 0,3–0,6 грамма [3], примем усредненное значение 0,45 грамм;

- коэффициент весомости – 0,5 (принят исходя из того, что достичь избытка ω -3 полиненасыщенных жирных кислот в организме крайне тяжело, поскольку они очень медленно накапливаются, а также обусловлено большим соотношением с кислотами ω -6, и крайне необходимо соблюдать оптимальный баланс между ними).

- Степень восполнения потребности организма человека в витамине Е:

- факт – фактические значения для всех купажей индивидуальны и представлены в таблице 3;

- база – 3 мг ток. экв./сут (принято из расчета на 100 % от нормируемого показателя, обосновано тем, что продукты, в которых содержится витамин Е (кедровые орехи, облепиха, миндаль, фисташки и другие), не всегда употребляются в достаточном количе-

стве. Переизбыток витамина Е может способствовать тромбоцитопении и гипокоагуляции (последняя связана с нарушением всасывания витамина К), ослаблению сумеречного зрения из-за антагонизма с витамином А, диспепсическим явлениям, гипогликемии, слабости, мышечным судорогам, ослаблению потенции у мужчин [11]. Таким образом, принятое восполнение потребности в витамине Е разрабатываемыми продуктами является наиболее рациональным и целесообразным, и при таком проценте восполнения переизбыток недопустим, также благодаря тому, что витамин Е может работать как антиоксидант;

- норма – 15 мг ток. экв./сут [3];

- коэффициент весомости – 0,3 (принят из-за важности поступления витамина Е в организм человека. Являясь антиоксидантом, витамин Е играет важную роль в защите клеток организма от повреждений, вызванных высокореактивными и разрушительными соединениями, образующимися в результате окислительного ухудшения (метаболизма) полиненасыщенных жиров [11].

К показателям сохранности купажей в неизменном виде были отнесены: массовая доля продуктов окисления нерастворимых в петролейном эфире в связи с тем, что фактором риска являются не только первичные продукты окисления, но и окисленные жирные кислоты, и сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ) – вторичные продукты окисления. Поэтому данный показатель необходим для выявления полной картины безопасности. Этот показатель пока не нашел отражения в обеспечении безопасности жирового компонента других продуктов питания, хотя имеется ряд работ, свидетельствующих о необходимости его регламентации. Авторами проводились экспериментальные исследования уровня токсического воздействия продуктов окисления на организм и степени влияния именно продукции с окисленной жировой фазой, содержащей разные концентрации СНПЭ на подопытных крысах. В серии экспериментов в ходе визуального наблюдения за животными отмечено ухудшение внешнего вида волосяного покрова, агрессивность в поведении животных к середине эксперимента, которая сменилась пассивностью и апатичностью к концу кормления. Проведенные патологоанатомические и гистологические исследования показали, что во всех опытных группах крыс отмечались определенные патологические процессы на тканевом уровне, при этом наибольшие из-

менения имели место у животных с повышенным содержанием в рационе СНПЭ [12, 13].

Определение СНПЭ отражает реальную картину накопления токсичных продуктов окисления в растительных жирах.

Таким образом, показатель имеет следующие значения:

- факт – фактические значения для всех купажей индивидуальны и представлены в таблице 3;

- база – не более 0,8 % (обосновано тем, что при систематическом потреблении жиров, содержащих более 0,88 % СНПЭ, наблюдаются прогрессирующие негативные патологические изменения в организме (зернистая дистрофия и гиперемия печени, процессы десквамации в кишечной стенке, отек подслизистого слоя кишечника, изменение формулы крови). Такие изменения свидетельствуют о возрастании количества эозинофилов и соединений, являющихся лейкотоксинами, что в целом приводит к нарушениям в работе антиоксидантных систем защиты организма [14];

- норма – не более 1 % [15]. Данное значение соответствует фритюрным жирам, подвергающимся многократному термическому воздействию, для нативных жиров данный показатель не нормирован. Для правильной корреляции результатов и построения квалитетрической модели данное значение можно видоизменить, приняв за нормируемый показатель – содержание неизменного жира за 99 %. Именно в этих 99 % неизменного жира нет полимерных реакций, и он не способен отрицательно влиять на организм человека.

Все остальные показатели, которые трактуются в диапазонах, не могут показать реальной картины отдельно как показатели качества в квалитетрии.

Несмотря на простоту пищевой композиции (жиры+жиры), вычленение единых критериевых показателей затруднено из-за того, что для безопасности дается диапазон.

- коэффициент весомости – 1,0 (принят из-за высокой степени негативного влияния СНПЭ на организм человека).

Из объемного спектра органолептических характеристик для сконструированных купажей были выбраны основные характеристики, непосредственно отражающие качество купажей – ненавязчивость послевкусия, полнота вкусового флейвора, насыщенность запаха, полнота аромата букета.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ
С ПРОГНОЗИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Таблица 1 – Спектр органолептических дескрипторов и их значение

Table 1 - The spectrum of organoleptic descriptors and their significance

Наименование дескрипторов	Баллы				
	1	2	3	4	5
Ненавязчивость послевкусия	Неприятное, вяжущее и сушащее ротовую полость послевкусие	Неприятное, обволакивающее послевкусие	Приятное, устойчивое послевкусие	Приятное, ненавязчивое послевкусие, более длительно смывание	Приятное, бархатистое, ненавязчивое послевкусие, легко смываемое
Полнота вкусового флейвора	Низкая осязательность букета масла, отсутствие возможности распознавания, составляющих купажа, консистенция обволакивающая, навязчивая, трудно смываемая, не различимы оттенки масел	Слабая осязательность букета масел, с преобладающим тоном одного из составляющих купажа, консистенция обволакивающая, навязчивая, трудно различимые оттенки масел	Не выраженная осязательность букета масел, с и трудностью распознавания нот букета, консистенция обволакивающая, слабо различимые оттенки масел	Осязательность букета масел, с легким переходом с одного тона масла на другое, консистенция обволакивающая, бархатистая	Яркая осязательность букета масел, входящих в состав купажа, консистенция обволакивающая, но ненавязчивая
Насыщенность запаха	Низкая осязательность и низкая насыщенность запаха на расстоянии 15 см	Слабая осязательность и низкая насыщенность запаха на расстоянии 15 см	Слабая осязательность и слабая насыщенность запаха на расстоянии 15 см	Яркая осязательность и слабая насыщенность запаха на расстоянии 15 см	Яркая осязательность и насыщенность запаха с расстояния 15 см
Полнота аромата букета	Низкая осязательность букета масла, отсутствие возможности распознавания составляющих купажа	Слабая осязательность букета масел, с преобладающим тоном одного из составляющих купажа	Не выраженная осязательность букета масел, с и трудностью распознавания нот букета	Осязательность букета масел, с легким переходом с одного тона масла на другое	Яркая осязательность букета масел, входящих в состав купажа

Для обоснования рецептов купажей руководствовались «Нормами физиологической потребности в энергии, пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [3]. Учитывая, что взрослому че-

ловеку требуется 100 грамм жиров в суточном рационе, из них 30 грамм должно приходиться на растительные жиры, обоснованная порция потребления купажей в сутки составляет 20 мл.

Таблица 2 – Образцы купажей нерафинированных растительных масел

Table 2 - Samples of blends of unrefined vegetable oils

Исходные масла	Соотношение ω-6:ω-3 ПНЖК 3:1			Соотношение ω-6:ω-3 ПНЖК 5-10:1		
	Купаж № 1, %	Купаж № 2, %	Купаж № 3, %	Купаж № 4, %	Купаж № 5, %	Купаж № 6, %
Сафлоровое масло	40,0	40,0	2,0	50,0	65,0	30,0
Рыжиковое масло	40,0	30,0	–	13,5	10,0	–
Расторопшечное масло	20,0	–	3,0	36,5	–	11,0
Горчичное масло	–	30,0	95,0	–	25,0	59,0

Таблица 3 – Фактические и базовые показатели проектируемой продукции

Table 3 - Actual and basic indicators of the designed products

Код показателя	Купаж № 1 (саф+рыж+раст)			Купаж № 2 (саф+горч+рыж)			Купаж № 3 (саф+раст+горч)			Коэффициент весомости
	факт	база	Нормативный документ	факт	база	Нормативный документ	факт	база	Нормативный документ	
a										
a ₁	6,79	1,37	1,95	6,23	1,37	1,95	5,27	1,37	1,95	0,2
a ₂	0,40	0,32	0,45	0,45	0,32	0,45	0,36	0,32	0,45	0,5
a ₃ , мг ток. экв./сут	3,73	3,0	15,0	1,87	3,0	15,0	2,47	3,0	15,0	0,3
b										
b ₁ , %	99,38	99	99	99,41	99	99%	99,39	99	99	1,0
c										
c ₁	4,7	4,5	5	5,0	4,5	5	4,8	4,5	5	0,3
c ₂	5,0	4,5	5	4,9	4,5	5	5,0	4,5	5	0,3
c ₃	4,6	4,5	5	5,0	4,5	5	5,0	4,5	5	0,2
c ₄	4,5	4,5	5	4,8	4,5	5	4,5	4,5	5	0,2
Купаж № 4 (саф+рыж+раст)			Купаж № 5 (саф+горч+рыж)			Купаж № 6 (саф+раст+горч)				
a										
a ₁	5,51	1,37	1,95	4,89	1,37	1,95	3,49	1,37	1,95	0,2
a ₂	1,03	0,32	0,45	0,92	0,32	0,45	0,81	0,32	0,45	0,5
a ₃ , мг ток. экв./сут	2,40	3,0	15,0	2,53	3,0	15,0	1,20	3,0	15,0	0,3
b										
b ₁ , %	99,42	99	99	99,43	99	99	99,39	99	99	1,0
c										
c ₁	4,65	4,5	5	4,9	4,5	5	5,0	4,5	5	0,3
c ₂	4,8	4,5	5	4,7	4,5	5	5,0	4,5	5	0,3
c ₃	4,7	4,5	5	5,0	4,5	5	4,9	4,5	5	0,2
c ₄	4,65	4,5	5	4,8	4,5	5	5,0	4,5	5	0,2

Для спроектированных купажей нерафинированных масел примем следующие группы показателей качества:

- а – показатели пищевой ценности и биологической эффективности [16, 17, 18]:
 - а1 Степень восполнения потребности организма человека в ω-6;
 - а2 Степень восполнения потребности организма человека в ω-3;
 - а3 Степень восполнения потребности организма человека в витамине Е;
- b – показатели сохранности в неизменном виде:
 - b1 Концентрация сополимеров, не растворимых в петролейном эфире (СНПЭ);
- c - органолептические показатели:
 - с1 Ненавязчивость послевкусия;
 - с2 Полнота вкусового букета;

- с3 Насыщенность запаха;
- с4 Полнота аромата букета.

При этом выбор групп показателей качества обусловлен реперными точками для конкретного продукта с учетом применяемых технологических решений.

Спрогнозированы желаемые базовые показатели качества по группам свойств.

Анализ квалиметрических показателей качества купажей нерафинированных растительных масел проведен дифференциальным и комплексным методами оценки качества. Использовались формулы, предложенные А. М. Бражниковым [19].

Комплексный метод применяется при необходимости охарактеризовать уровень качества показателем, который выражается обобщенным числом (такой показатель –

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРОГНОЗИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

называется обобщенным, а оценка уровня качества – комплексный).

В начале оценки анализируют изделия и производится отбор единичных показателей качества. Результаты оценки приводят в сопоставимый вид. Вычисляют коэффициенты весомости единичных показателей, то есть выясняют значимость каждого из показателей. В заключении все значения единичных показателей качества вместе с коэффициентами их весомости объединяют в один комплексный показатель на основе выбранной математической зависимости.

Коэффициент весомости – показатель, характеризующий степень значимости отдельного показателя в общей сумме.

Коэффициенты весомости рассчитали при помощи метода ранжирования, т. е. располагали свойства объекта в порядке значимости.

Комплексный показатель качества (K) рассчитывался по формуле:

$$K = 0,4\sum m_{ai}K_{ai} + 0,4\sum m_{bi}K_{bi} + 0,2\sum m_{ci}K_{ci} \geq 1, \quad (1)$$

где 0,4 – коэффициент весомости показателей пищевой ценности и биологической эффективности;

0,4 – коэффициент весомости показателя сохранности в неизменном виде;

0,2 – коэффициент весомости органолептических показателей;

m_{ai} , m_{bi} , m_{ci} – коэффициенты весомости каждого i -показателя качества;

K_{ai} , K_{bi} , K_{ci} – числовое значение каждого отдельного показателя в каждой группе свойств, определяется по формуле относительного показателя качества.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе полученных данных просчитаем комплексный показатель качества для каждого купажа:

$$1) \quad K (\text{купаж 1}) = 0,4 * ((0,2*(6,79/1,37) + (0,5*(0,40/0,32)) + (0,3*(3,73/3,0)) + 0,4 * (1,0*(99,38/99,0)) + 0,2 * ((0,3*(4,7/4,5) + 0,3*(5,0/4,5) + 0,2*(4,6/4,5) + 0,2*(4,5/4,5)) = 1,04;$$

$$2) \quad K (\text{купаж 2}) = 0,4 * ((0,2*(6,23/1,37) + (0,5*(0,45/0,32)) + (0,3*(1,87/3,0)) + 0,4 * (1,0*(99,41/99,0)) + 0,2 * ((0,3*(5,0/4,5) + 0,3*(4,9/4,5) + 0,2*(5,0/4,5) + 0,2*(5,0/4,5)) = 0,97;$$

$$3) \quad K (\text{купаж 3}) = 0,4 * ((0,2*(5,27/1,37) + (0,5*(0,36/0,32)) + (0,3*(2,47/3,0)) + 0,4 * (1,0*(99,39/99,0)) + 0,2 * ((0,3*(4,8/4,5) + 0,3*(5,0/4,5) + 0,2*(4,5/4,5) + 0,2*(4,65/4,5)) = 0,88;$$

$$4) \quad K (\text{купаж 4}) = 0,4 * ((0,2*(5,51/1,37) + (0,5*(1,03/0,32)) + (0,3*(2,40/3,0)) + 0,4 * (1,0*(99,42/99,0)) + 0,2 * ((0,3*(4,65/4,5) + 0,3*(4,8/4,5) + 0,2*(4,7/4,5) + 0,2*(4,65/4,5)) = 1,31;$$

$$5) \quad K (\text{купаж 5}) = 0,4 * ((0,2*(4,89/1,37) + (0,5*(0,92/0,32)) + (0,3*(2,53/3,0)) + 0,4 * (1,0*(99,43/99,0)) + 0,2 * ((0,3*(4,9/4,5) + 0,3*(4,7/4,5) + 0,2*(5,0/4,5) + 0,2*(4,8/4,5)) = 1,21;$$

$$6) \quad K (\text{купаж 5}) = 0,4 * ((0,2*(3,49/1,37) + (0,5*(0,81/0,32)) + (0,3*(1,20/3,0)) + 0,4 * (1,0*(99,39/99,0)) + 0,2 * ((0,3*(5,0/4,5) + 0,3*(5,0/4,5) + 0,2*(4,9/4,5) + 0,2*(5,0/4,5)) = 1,01.$$

Очевидно, что комплексный показатель качества для купажей нерафинированных растительных масел зависит от соотношения базовых и фактических показателей качества. Разработанная квалиметрическая модель позволила обосновать наиболее оптимальные параметры и отметить, что 2 и 3 образец отвечает заданным характеристикам и даже превосходит их, что, в свою очередь, позволяет отнести спроектированные купажи к продуктам функциональной и специализированной направленности. 1, 4, 5 и 6 образцы, несмотря на минимальные отклонения от нормы комплексного показателя ($K \geq 1$), позволяет сделать вывод о том, что данные купажи относятся к функциональным продуктам питания.

ОБСУЖДЕНИЕ

Прогнозирование позволяет спроектировать продукцию функционального и специализированного назначения в мыслительно-логическом эксперименте, что позволит избежать значительного количества наработки экспериментальной части, при этом получить результативную экспериментальную часть при малом количестве проб. Тем не менее не все авторы [20] достигают полноценной комплексной оценки с учётом зависимости функционально-технологических свойств от состава продукции и способа его обработки. Стоит отметить, что зачастую в пищевой индустрии квалиметрия применяется в большинстве случаев для определения уровня качества, то есть подтверждения нахождения фактического качества продукта на запланированном уровне [21, 22]. Нами предлагается использовать квалиметрическую модель для прогнозирования потребительских свойств взамен или в дополнение математическим моделям, которые не могут учесть анизотропность свойств продукции. Квалиметрическое прогнозирование апробировано на сне-

ковых изделиях [1] и мучных кондитерских изделиях [23].

Нашими данными подтверждено успешное применение квалиметрической модели для прогнозирования функциональных и потребительских свойств продукции и проектирования оптимальных технологических параметров, приемов и способов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная модель актуальна при моделировании купажей нерафинированных растительных масел и может быть применена для расчета и проверки эффективности разработок не только для данных композиций, но и для изделий из другого растительного сырья функционального назначения при доскональном знании разработчиком технологических процессов и трансформации веществ в них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стрижевская В.Н., Симакова И.В., Павленкова М.В. Разработка квалиметрической модели комбинированных снековых изделий. Новые технологии // *Newtechnologies*. 2019. (1). 178–188. <https://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10118>.

2. Использование симплекс-метода при купажировании растительных масел с оптимальным жирнокислотным составом / В.М. Козырева, Е.Ю. Вольф, И.В. Симакова, Л.З. Шильман, Е.В. Берднова, В.П. Корсунов, Е.Н. Корсунова, Э.А. Карагулова // *Технологии и продукты здорового питания: Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Технологии продуктов питания» 100-летию факультета ветеринарной медицины пищевых и биотехнологий / Под ред. И.В. Симаковой. Саратов, 2018. С. 104–111.*

3. МР 2.3.1.0253-21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Официальное издание. М.: Роспотребнадзор, 2021.

4. ГОСТ 5472-50 Масла растительные. Определение запаха, цвета и прозрачности. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 30.06.50. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

5. ГОСТ 18848-2019 Масла растительные. Органолептические и физико-химические показатели. Термины и определения. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 июля 2019 г. N 120-П). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019.

6. ГОСТ 31986-2012 Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации,

метрологии и сертификации (протокол от 3 декабря 2012 г. N 54-П). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019.

7. Масложировой Союз России официальный сайт. URL: <https://www.mzhsr.ru/news/osoboe-mnenie/ekspertnoe-mnenie-perekisnoe-chislo-v-rastitelnyix-maslah>. (дата обращения 12.09.21).

8. Прохоров Б.Б. Экология человека терминологический словарь. Р. н/Д : Феникс. 2005. 476 с.

9. Влияние омега-3 и омега-6 жирных кислот на метаболизм бифидобактерий / И.С. Хамагаева, Н.А. Замбалова, Л.В. Буянтуева // *Вестник ВСГУ-ТУ*. 2014. № 2. С. 72–78.

10. Плотникова Е.Ю., Синькова М.Н., Исаков, Л.К. Роль омега-3 ненасыщенных кислот в профилактике и лечении различных заболеваний. *Лечащий врач*. 8: 56. 2018.

11. Panchumarthy Ravisankar, A. Abhishekar Reddy, B. Nagalakshmi, O. Sai Koushik, B. Vijaya Kumar, Panchumarthy Sai Anvith-The Comprehensive Review on Fat Soluble Vitamins. *IOSR // Journal of Pharmacy*. 2015. 5(11). 12–18.

12. Исследование интенсивности патогенеза в зависимости от степени окисления пальмового масла / И.В. Симакова, Р.Л. Перкель, В.В. Закревский, М.Н. Куткина // *Вопросы питания*. 2016. Том. 85. № 2. С. 36.

13. Оценка санитарно-технологической безопасности жирового компонента некоторых видов снеков и мучных кондитерских изделий с длительным сроком хранения / И.В. Симакова, Ю.Ю. Елисеев, Р.Л. Перкель, И.Ю. Домницкий, А.А. Терентьев, В.Н. Стрижевская, А.Н. Макарова // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2016. Том 12. № 3. С. 333–339.

14. Симакова И.В. Научные и прикладные аспекты обеспечения безопасности продукции быстрого питания : дисс. ... доктора технических наук: 05.18.15 / Симакова Инна Владимировна; место защиты: Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс – ФГОУВПО. Орел, 2015. 462 с.

15. СанПиН 2.3/2.4.3590-20 Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения.

16. Simakova I., Volf E., Strizhevskaya V., Popova O., Kozyreva V., Karagulova E. Blends of unrefined vegetable oils for functional nutrition // *Agronomy Research*. 2019. Vol. 14. № 4. P. 1761–1768.

17. ТУ-10.41.29-001-37799972-2019 Сбалансированные купажи нерафинированных растительных масел по Омега-6 : Омега-3 ПНЖК (полиненасыщенным жирным кислотам).

18. Проектирование купажей растительных масел с повышенной биологической эффективностью / Е.Ю. Вольф, И.В. Симакова, Е.В. Берднова, Е.Н. Корсунова, В.П. Корсунов, В.М. Козырева, Э.А. Карагулова // *Наукоемкие технологии*. Москва : Изд-во «Радиотехника», 2019. Том 20. № 5. С. 13–23.

19. Бражников А.М., Рогов И.А., Михайлов Н.А. Основы аналитической теории проектирования комбинированных пищевых продуктов //

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРОГНОЗИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

Тез. докл. II Всер. науч.-техн. конф. «Разработка процессов получения комбинированных продуктов питания». М., 1984. С. 18–28.

20. Ремизов С.В., Маюрникова Л.В. Процесс создания и производства функциональных продуктов питания в условиях малых инновационных предприятий // Ползуновский альманах. 2011. № 4/2. С. 63–66.

21. Дунченко Н.И., Хаджу М.С., Волошина Е.С., Янковская В.С., Купцова С.В., Гинзбург М.А. Разработка элементов системы менеджмента безопасности при производстве рыбных котлет // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 105–111. doi:10.20914/2310-1202-2019-1-105–111.

22. Дунченко Н.И., Свирина А.А. Управление качеством рубленых мясных полуфабрикатов на базе квалиметрического прогнозирования // Индустрия питания // FoodIndustry. 2018. Т. 3. № 3. С. 59–64. DOI: 10.29141/2500-1922-2018-3-3-9.

23. Романова Х.С. Разработка технологии фасолевого матрикса и функциональных продуктов на его основе: автореферат дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Романова Христина Сергеевна; место защиты: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», 2019.

Информация об авторах

Е. Ю. Вольф – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

В. Н. Стрижевская – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

В. М. Козырева – магистр 2 года обучения кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

И.В. Симакова – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

А. А. Вольф – аспирант кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

REFERENCES

1. Strizhevskaya, V.N., Simakova, I.V., Pavlenkova, M.V. (2019). Development of a qualimetric model of combined snack products. *New technologies*. (1):178-188. <https://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10118>. (In Russ.).

2. Kozyreva, V.M., Volf, E.Yu., Simakova, I.V., Shilman, L.Z., Berdnova, E.V., Korsunov, V.P., Korsunova, E.N. & Karagulova, E.A. (2018). The use of the simplex method for blending vegetable oils with an optimal fatty acid composition. *Technologies and healthy food products : Materials of the X International Scientific and Practical Conference dedicated to the 20th anniversary of the Department of "Food Technologies" and the 100th anniversary of the Faculty of Veterinary Medicine of Food and Biotechnology*. Edited by I.V. Simakova. Saratov. (In Russ.).

3. MP 2.3.1.0253-21 (2021). Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Moscow: Rospotrebnadzor. (In Russ.).

4. Vegetable oils. Determination of smell, color and transparency (1950). *HOST 5472-50*. Moscow: IPK Publishing House of Standards. (In Russ.).

5. Vegetable oils. Organoleptic and physicochemical indicators. Terms and definitions. (2020). *HOST 18848-2019*. Moscow: Standartinform. (In Russ.).

6. Catering services. Method of organoleptic assessment of the quality of public catering products (2012). *HOST 31986-2012*. Moscow: Standartinform.

7. Fat and Oil Union of Russia : official website. Retrieved from <https://www.mzhsr.ru/news/osoboenenie/ekspertnoe-mnenie-perekisnoe-chislo-v-rastitelnyix-maslax>. (In Russ.).

8. Prokhorov, B.B. (2005). Human ecology terminological dictionary. R. n/D: Phoenix. (In Russ.).

9. Khamagaeva, I.S. Zambalova, N.A. & Buyantueva, L.V. (2014). The influence of omega-3 and omega-6 fatty acids on the metabolism of bifidobacteria / I.S. Khamagaeva. *Bulletin of VSGUTU*, (2), 72-78. (In Russ.).

10. Plotnikova, E.Yu., Sinkova, M.N., Isakov, L.K. (2018). Role of omega-3 unsaturated acids in prevention and treatment of different diseases (part 2). *Lechashchijvrach*. 8 (56). (In Russ.).

11. Panchumarthy Ravisankar, A. Abhishekar Reddy, B. Nagalakshmi, O. Sai Koushik, B. Vijaya Kumar & Panchumarthy Sai Anvith (2015). The Comprehensive Review on Fat Soluble Vitamins. *IOSR Journal Of Pharmacy*, 2015, 5(11), 12-18.

12. Simakova, I.V., Parcel, R.L., Zakrevky, V.V. & Kutkina, M.N. (2016). Study of intensity of the pathogenesis depending on the degree of oxidation of palm oil. *Nutrition*, 85(2), 36.

13. Simakova, I.V., Eliseev, Y.Y., Perkel, R.L., Donskogo, I.Yu., Terent'ev, A.A., Strizhak, V.N. & Makarova, A.N. (2016). Assessment of sanitary and technological security fatty component of some types of snacks and flour confectionery products with a long shelf life. *Saratov journal of medical scientific*, 12(3), 333-339. (In Russ.).

14. Simakova, I.V. (2015). Scientific and applied aspects of ensuring the safety of fast food products. Doctoral Dissertation Orel. (In Russ.).
15. Sanitary and epidemiological requirements for the organization of public nutrition of the population (2020). *SanPiN 2.3/2.4.3590-20*. Moscow: Standartinform. (In Russ.).
16. Simakova, I., Volf, E., Strizhevskaya, V., Popova, O., Kozyreva, V., Karagulova, E. (2019). Blends of unrefined vegetable oils for functional nutrition. *Agronomy research*. 14(4), 1761-1768. (In Russ.).
17. Balanced blends of unrefined plant oils in omega-6 : omega-3 PUFA (polyunsaturated fatty acids) (2020). TU-10.41.29-001-37799972-2019. Moscow: Standartinform. (In Russ.).
18. Volf, E. Yu., Simakov, I.V., Baranova, E.V., Korsunova, E.N., Korsunov, V.P., Kozyrev, V.M. & Karagulova, E.A. (2019). Design blends of vegetable oils with high biological efficiency. Science-Intensive technology. Moscow : Publishing house "radio engineering. 20 (5), 13-23. (In Russ.).
19. Brazhnikov, A.M., Rogov, I.A. & Mikhailov, A.H. (1984). Fundamentals of the analytical theory of designing combined food products. *Tez. dokl. II Vses. nauch.-tehn. conf. "Development of processes for obtaining combined food products"*. Moscow. p. 18-28. (In Russ.).
20. Remizov, S.V. & Mayurnikova, L.V. (2011). The process of creating and producing functional food products in the conditions of small innovative enterprises. *Polzunovsky almanakh*, (4/2), 63-66. (In Russ.).
21. Dunchenko, N.I., Hadzhu, M.S., Voloshina, E.S., Yankovskaya, V.S., Kuptsova, S.V. & Ginzburg, M.A. (2019). Development of elements of the safety management system in the production of fish cutlets. *Bulletin of VSUIT*, 81 (1), 105-111. doi:10.20914/2310-1202-2019-1-105-111. (In Russ.).
22. Dunchenko, N.I. & Svinina, A.A. (2018). Quality management of chopped meat semi-finished products on the basis of qualimetric forecasting // Food industry. *Food Industry*, 3(3), 59-64. DOI: 10.29141/2500-1922-2018-3-3-9. (In Russ.).
23. Romanova, H.S. (2019). Development of technology of the bean matrix and functional products based on it: abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences. Moscow.

Information about the authors

E. Yu. Volf - candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department "Technologies of Food" of the Saratov State Vavilov Agrarian University.

V. N. Strizhevskaya - candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Technologies of Food" of the Saratov State Vavilov Agrarian University.

V. M. Kozyreva - master 2 years of training of the Department "Technology of Food" of the Saratov State Vavilov Agrarian University.

I. V. Simakova - doctor of technical Sciences, Professor of the Department "Technology of Food" of the Saratov State Vavilov Agrarian University.

A. A. Volf - graduate student of the Department "Technology of Food" of the Saratov State Vavilov Agrarian University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 01.10.2021; одобрена после рецензирования 29.11.2021; принята к публикации 30.11.2021.

The article was received by the editorial board on 1 Oct 21; approved after reviewing on 29 Nov 21; accepted for publication on 30 Nov 21.