

16. Launder, B. E. The Numerical Computation of Turbulent Flows [Text] / B. E. Launder, D. B. Spalding // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. — 1974. — № 3. — P. 269–289.
17. Schmidt, D. P. A Two-Dimensional, Non-Equilibrium Model of Flashing Nozzle Flow [Text] / D. P. Schmidt, M. L. Corradini, C. J. Rutland // Proceedings of the 3rd ASME-JSME Joint Fluids Engineering Conference, July 18–23, 1999, San Francisco, Calif. — American Society of Mechanical Engineers, 2000. — 1322 p.
18. Crowe, C. T. The Particle-Source-In Cell (PSI-CELL) Model for Gas-Droplet Flows [Text] / C. T. Crowe, M. P. Sharma, D. E. Stock // Journal of Fluids Engineering. — 1977. — Vol. 99, № 2. — P. 325–332. doi:10.1115/1.3448756
19. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа [Текст] / Л. Г. Лойцянский. — М.: Наука, 1978. — 736 с.
20. Вамболь, С. А. Моделирование дисперсной фазы процесса установки водных завес в системах управления экологической безопасностью [Текст] / С. А. Вамболь // Экологічна безпека. — Кременчук: КрНУ, 2012. — Вып. 2(14). — С. 15–18.
21. Вамболь, В. В. Математическое моделирование газовой фазы охлаждения генераторного газа установки утилизации отходов жизнедеятельности [Текст] / В. В. Вамболь // Вісник Кременч. нац. ун-ту імені Михайла Остроградського. — Кременчук: КрНУ, 2014. — Вып. 6(89). — Ч. 1. — С. 148–152.
22. Костюк, В. Е. К выбору аппроксимирующего выражения для коэффициента аэродинамического сопротивления капли [Текст]: сб. науч. тр. / В. Е. Костюк // Науч.-метод. материалы по теории авиационных двигателей. — Х.: ХВВА-ИУ, 1988. — Вып. 6. — С. 13–21.
23. Шервуд, Т. Массопередача [Текст] / Т. Шервуд, Р. Пинфорд, Ч. Уилки. — М.: Машиностроение, 1988. — 600 с.

МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗУ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Подано математичний опис процесу охолодження генераторного газу при утилізації відходів. На основі класичної теорії газодинаміки отримано математичні співвідношення, що описують газову і дисперсну фази. Досліджено міжфазну взаємодію і її вплив на ефективність запропонованої системи охолодження генераторного газу вприскуванням води, диспергованої відцентровими форсунками, призначеної для підвищення рівня екологічної безпеки при утилізації відходів.

Ключові слова: утилізація, відходи, екологічна безпека, діоксини, математичне моделювання, двофазне багатокомпонентне середовище.

Вамболь Виола Владиславовна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімії, екології та експертних технологій, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: violavambol@gmail.com.

Костюк Володимир Євгеньевич, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, проблемна науково-дослідницька лабораторія діагностики авіаційних двигателів кафедри конструкції авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: kostyuk.v@mail.ru.

Кириляш Елена Іванівна, проблемна науково-дослідницька лабораторія діагностики авіаційних двигателів кафедри конструкції авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: kirilash-elena@rambler.ru.

Вамболь Виола Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімії, екології та експертних технологій, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Костюк Володимир Євгеньевич, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, проблемна науково-дослідницька лабораторія діагностики авіаційних двигателів кафедри конструкції авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Кириляш Елена Іванівна, проблемна науково-дослідницька лабораторія діагностики авіаційних двигателів кафедри конструкції авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Vambol Viola, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine, e-mail: violavambol@gmail.com.

Kostiuk Volodymyr, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine, e-mail: kostyuk.v@mail.ru.

Kyrylash Olena, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine, e-mail: kirilash-elena@rambler.ru

УДК 664.934-022.233:613.292-027.2
DOI: 10.15587/2312-8372.2015.40509

Агунова Л. В.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЖИРОВОГО СОСТАВА ПЕЧЕНОЧНЫХ ПАШТЕТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье представлены результаты оптимизации жирового состава печеночных паштетов функционального назначения с использованием предложенной Харрингтоном функции желательности D. Разработано обобщающую модель оценки качества паштета, учитывающую влияние многих критериев с ограничениями по показателям качества и содержанию функциональных ингредиентов. Установлена оптимальная массовая доля растительного масла в рецептурах новых видов функциональных мясопродуктов.

Ключевые слова: оптимизация, жировой состав, функциональные продукты, печеночные паштеты, функция Харрингтона.

1. Введение

Основным фактором в обеспечении оптимального роста и развития, адаптации к влиянию неблагоприятных

агентов окружающей среды, качества и длительности жизни, способности к воспроизводству является питание.

Важное место в этом процессе занимают функциональные продукты. Продукт может быть отнесен к функ-

циональному, если он, кроме адекватного питательного эффекта, достаточно убедительно продемонстрировал благоприятное воздействие на одну или более заданных функций организма таким образом, что состояние здоровья улучшилось и/или снизился риск заболеваемости [1].

Маркетинговые исследования, проведенные в 2013 году, демонстрируют значительный рост рынка функциональных продуктов во всем мире. В 2009–2013 г.г. его прирост составил 26,7 %, что в стоимостном выражении равно 11,55 миллиардов долларов США [2]. Рынок функциональных пищевых продуктов в Украине развивается, к сожалению, слабо. Преимущественно это напитки, молочные, хлебобулочные и масложировые продукты, которые пользуются широкой популярностью у потребителей. Рынок отечественных мясопродуктов функционального назначения занят единичными позициями и имеет высокую емкость в этом сегменте. Следовательно, разработка и расширение ассортимента мясопродуктов функционального назначения актуально и способно обеспечить рост производства отечественных мясопродуктов.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В печеночных паштетах традиционно содержится порядка 25 % животных жиров, которые представлены преимущественно предельными жирными кислотами. Употребление животных жиров может быть фактором риска развития диабета, ожирения, сердечнососудистых и других заболеваний, а также провоцировать повышение содержания холестерина [3, 4].

В соответствии с рекомендациями специалистов суточная потребность человека в жирах составляет 80–100 г, из которых 30 % должны обеспечиваться жирами растительного происхождения [5]. При производстве современных мясных продуктов важное значение имеет, как снижение содержания жира (замещение функциональными балластными веществами), так и замена насыщенных жиров растительными маслами, которые содержат мононенасыщенные (МНЖК) и полиненасыщенные кислоты (ПНЖК). Наибольший интерес представляет наличие в растительных маслах ПНЖК типа ω-3. Они повышают иммунитет, уменьшают риск коронарной болезни сердца и атеросклероза, способны уменьшить риск воспалительного процесса на ранних стадиях [6–8]. ПНЖК типа ω-6 входят в состав клеточных мембран, путем биохимического превращения линолевой кислоты в арахидоновую [9]. Соотношение МНЖК, ПНЖК и насыщенных жирных кислот (НЖК) должно быть — 60:10:30 по данным [10]. Следовательно, для повышения физиологического влияния жировая составляющая печеночных паштетов функционального назначения должна иметь сбалансированное соотношение.

3. Объект, цель и задачи исследований

Объектом исследования являлись рецептуры печеночных паштетов с внесением растительного масла и влияние этого процесса на изменение структурно-механических и органолептических показателей новых видов паштетов.

Целью данных исследований являлось оптимизация жирового состава печеночных паштетов функционального назначения.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- выбор растительного масла для внесения в мясопродукты эмульсионного типа;
- установление влияние внесения растительного масла на структурно-механические показатели паштетной массы;
- определение оптимальной массовой доли растительного масла в составе рецептуры печеночного паштета.

4. Выбор вида растительного масла для введения в паштетные системы

В технологии производства эмульсионных мясных продуктов широко используется масло подсолнечника, оно наиболее распространено в наших широтах и привычно отечественному потребителю. На рынке Украины присутствуют соевое, кукурузное, оливковое и т. д. масла как рафинированные, так и нерафинированные. Они могут быть использованы в качестве возможных источников обогащения мясопродуктов полиненасыщенными жирными кислотами, а также снизить массовую долю холестерина в готовом продукте.

Потенциальную возможность применения этих масел исследовали путем сравнительного анализа жирнокислотного состава липидов, используя данные [11], представленные в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика растительных масел [11]

Показатель	Масла растительные (рафинированные)			
	подсолнечное	соевое	кукурузное	оливковое
Массовая доля липидов, %	99,9	99,9	99,9	99,8
Триглицериды, %	99,2	99,2	99,2	99,0
β-ситостерин, %	0,2	0,3	0,57	0,1
Холестерин, %	—	—	—	—
Жирные кислоты (суммарное содержание), %, в т. ч.:	94,9	94,9	94,9	94,7
— насыщенные:	11,3	13,9	13,3	15,75
пальмитиновая (C _{16:0})	6,2	10,3	11,1	12,9
стеариновая (C _{18:0})	4,1	3,5	2,2	2,5
арахиновая (C _{20:0})	0,3	—	—	0,85
бегеновая (C _{22:0})	0,7	следы	—	—
— мононенасыщенные:	23,8	19,8	24,0	66,9
пальмитолеиновая (C _{16:1})	следы	—	—	1,55
олеиновая (C _{18:1})	23,7	19,8	24,0	64,9
гадолеиновая (C _{20:1})	следы	—	—	0,5
— полиненасыщенные:	59,8	61,2	57,6	12,1
линолевая (C _{18:2}), ω-6	59,8	50,9	57,0	12,0
линоленовая (C _{18:3}), ω-3	—	10,3	0,6	следы

Данные табл. 1 свидетельствуют, что липиды выбранных масел представлены преимущественно триглицерида-

ми, их порядка 99,0 %. Все масла содержат β -ситостерин, который тормозит всасывание из кишечника экзогенного холестерина и препятствует реабсорбции холестерина, выделяющегося в кишечник с желчью. В основе механизма этого тормозящего всасывания холестерина эффекта предполагается блокада β -ситостерином ферментной системы, способствующей всасыванию холестерина из кишечника, или реакция β -ситостерина с холестерином, приводящая к образованию малорастворимых, невсасывающихся соединений [12, 13]. В них отсутствует холестерин. Жирнокислотный состав представлен преимущественно полиненасыщенными жирными кислотами — линолевой и линоленовой. При этом, только в соевом масле, их соотношение максимально близко к рекомендуемому, т. е. ω -3: ω -6 \approx 5:1 [10]. Подсолнечное, кукурузное и оливковое масла характеризуются наличием преимущественно линолевой кислоты, которая относится к типу ω -6. В соевом масле преобладают кислоты типа ω -3. Следовательно, любое из представленных масел может быть использовано в технологии производства печеночных пащтетов функционального назначения, однако для дальнейших исследований было использовано соевое масло, как наиболее ценное по содержанию ПНЖК.

Однако, следует учитывать, что процесс внесения растительного масла также оказывает влияние на органолептические показатели и структурно-механические характеристики пащтетной массы. Ведущей характеристикой является предельное напряжение сдвига (ПНС), которое определяли методом измерения глубины погружения конического индентора (α и $\leq 30^\circ$) на пенетрометре конструкции Всероссийского научно-исследовательского института мясной промышленности (ВНИИМП).

Для проведения исследований была изготовлена серия экспериментальных пащтетов, которые содержали 12 % добавки на базе хлопьев пшеничного зародыша и морской капусты, а также в рецептуры экспериментальных пащтетов вносили растительное масло. Диапазон внесения от 0 % до 50 % замены животного жира или не более 15 % от массы основного сырья, с шагом 2,5 %. Все исследования осуществляли после доведения пащтетной массы до кулинарной готовности.

При определении органолептических показателей особое внимание обращали на степень удерживания растительного масла пащтетной массой — этот показатель являлся контрольным. Результаты представлены на рис. 1.

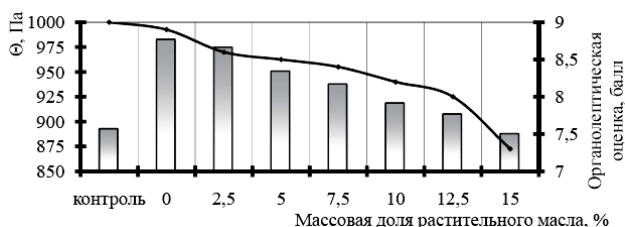


Рис. 1. Зависимость изменения ПНС и органолептических показателей от массовой доли растительного масла пащтетных систем

Эмпирическим путем было установлено, что массовая доля замены животного жира растительным маслом составляет не более 12,5 % от массы основного сырья. При дальнейшем увеличении концентрации масла происходит его значительное отделение от пащтетной массы, хотя структурно-механические характеристики (ПНС), незна-

чительно отличались от значений контроля. В качестве контроля выступал образец пащтета, изготовленный по стандартной рецептуре.

5. Оптимизация содержания растительного масла

Качество пащтетной массы оценивается не только рассмотренными выше показателями (структурно-механическими свойствами (ПНС) и обобщенной органолептической оценкой), но и рядом других. Среди них такие важные показатели как соотношение ω -6 к ω -3 жирных кислот (оно должно быть в пределах 5...10:1) и соотношение мононенасыщенных (МНЖК), полиненасыщенных (ПНЖК) и насыщенных жирных (НЖК) кислот (оптимально должно составлять 0,6:0,1:0,3). Все эти перечисленные показатели существенно зависят от массовой доли вводимого растительного масла.

Одним из наиболее приемлемых подходов к решению подобных задач является применение предложенной Харрингтоном функции желательности D , для построения которой частные критерии оптимальности y_i (отдельные показатели качества) преобразовывают в безразмерные шкалы желательности d_i , а обобщающий (комплексный) критерий рассчитывают как их среднее геометрическое [14].

Расчет проводился с использованием программы, разработанной на кафедре технологии хранения зерна ОНАПТ [15].

Таким образом, задача обоснования оптимального количества растительного масла, которое предлагается вводить в готовые продукты, является многокритериальной компромиссной оптимизационной задачей с наличием ограничений на рассматриваемые показатели качества.

Чтобы получить безразмерную шкалу d , удобно пользоваться методом количественных оценок с интервалом значений от нуля до единицы. Значение $d = 0$ соответствует абсолютно неприемлемому значению данного критерия оптимальности, а $d = 1$ — самому наилучшему значению критерия. Промежуточные значения желательности и соответствующие им числовые отметки приведены в табл. 2.

Таблица 2

Стандартные отметки по шкале Харрингтона

Качественная отметка по шкале	Значения критерия оптимальности
0,80...1,00	Очень хорошо
0,63...0,80	Хорошо
0,37...0,63	Удовлетворительно
0,20...0,37	Плохо
0,00...0,20	Очень плохо

Такой выбор числовых отметок объясняется удобством вычислений, поскольку:

$$d = 0,63 \approx 1 - \frac{1}{e}, \text{ а } d = 0,37 \approx \frac{1}{e}. \quad (1)$$

В рассматриваемой задаче ограничения на критерии оптимальности (показатели качества пащтетов) носят как односторонний, так и двухсторонний характер.

Односторонние ограничения имеют такие критерии (показатели):

- обобщенная органолептическая оценка (y_1), которая для продукции хорошего качества должна быть равна 9 баллов, а при неприемлемом качестве — ниже 7,5 баллов;
- степень приближения соотношения жирных кислот МНЖК:ПНЖК:НЖК к рекомендуемому процентному соотношению 60:10:30, которую оценивали дисперсий (y_2), вычисляемой по выражению:

$$\left(\frac{a_{\text{НЖК}}}{a_{\text{МНЖК}}} - 3\right)^2 + \left(\frac{a_{\text{НЖК}}}{a_{\text{ПНЖК}}} - 6\right)^2 + \left(\frac{a_{\text{МНЖК}}}{a_{\text{ПНЖК}}} - 0,5\right)^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

где 3, 6 и 0,5 — рекомендуемые соотношения соответственно между НЖК и МНЖК, НЖК и ПНЖК, МНЖК и ПНЖК.

Двусторонние ограничения имеют следующие показатели:

- предельное напряжение сдвига (ПНС), характеризующее структурно-механические свойства паштетов, которое должно быть в пределах 800...900 Па для паштетов хорошего качества; значения ПНС, лежащие вне этих пределов свидетельствуют о неприемлемом качестве паштетов;
- отношение ω -6 к ω -3 жирных кислот, которое должно быть в пределах 5...10:1; другие значения указанного соотношения говорят о неприемлемом качестве паштетов.

Для односторонних (y_1 и y_2) ограничений вида:

$$y \leq y_{\max} \quad \text{или} \quad y \geq y_{\min}, \quad (3)$$

удобной формой преобразования y_i в d_i служит экспоненциальная зависимость:

$$d = \exp[-\exp(-y')], \quad (4)$$

где промежуточная функция y' равна $y' = b_0 + b_1 y$.

В указанном выражении $y' = b_0 + b_1 y$ эмпирические коэффициенты b_0 и b_1 определяют, задаваясь двумя значениями y , соответствующими значениям d в интервале $0,2 < d < 0,80$ [14].

Исходя из базовых отметок шкалы желательности и требований к критериям y_1 и y_2 , составили вспомогательную таблицу для определения коэффициентов b_0 и b_1 (табл. 3).

Таблица 3

Вспомогательная таблица для определения коэффициентов b_0 и b_1

Критерии y_i	Желательность отклика	Значение критерия y_i	Отметка по шкале желательности d_i
Органолептическая оценка, баллы (y_1)	Хорошее	3,90	0,80
	Плохое	16,65	0,20
Соотношение МНЖК:ПНЖК:НЖК, дисперсия S2, (y_2)	Хорошее	28,25	0,80
	Плохое	24,60	0,20

Подставив значение d_i в уравнение (5) путем несложных математических преобразований получим выражения для частных функций желательности d_i :

$$d_1 = \exp[\exp(-11,1543 + 1,4071y_1)]; \quad (5)$$

$$d_2 = \exp[\exp(2,1308 - 0,1734y_2)]. \quad (6)$$

Для двусторонних ограничений по критериям оптимальности (показателям качества продукта) вида:

$$y_{\min} \leq y \leq y_{\max},$$

преобразование этих критериев в безразмерную шкалу проводится по выражению:

$$d = \exp[-(|y'|)^n], \quad (7)$$

где n — положительное число, не обязательно целое.

Этот показатель степени можно вычислить, если задать некоторому значению показателя качества y значение d (предпочтительно в интервале $0,6 < d < 0,9$) по формуле:

$$n = \frac{\ln \ln(1/d)}{\ln |y'|}. \quad (8)$$

Промежуточная функция y' рассчитывается по выражению:

$$y' = \frac{2y - (y_{\max} - y_{\min})}{y_{\max} - y_{\min}}. \quad (9)$$

Для вычисления значения показателя степени n автор данной работы для показателей качества y_3 и y_4 (соответственно ПНС и дисперсии) было принято значение $d = 0,6$. При этом условии были получены следующие значения y' и n :

- для ПНС (y_3) $y' = -66,20$; $n = 1,4333$;
- соотношение ω -6 : ω -3 (y_4) $y' = -2,76$; $n = 0,0151$.

Далее, используя полученные выражения, для всех критериев y_i в каждом опыте были рассчитаны значения d_i и, затем, по выражению:

$$D = \sqrt[4]{d_1 d_2 d_3 d_4}; \quad (10)$$

— значения обобщенной функции желательности D .

Из выражения (9) видно, что если какое-либо одно значение $d_i = 0$, то соответственно и $D = 0$. Более того, на D сильно влияют именно наименьшие значения d_i . В то же время $D = 1$ только тогда, когда все локальные значения $d_i = 1$ ($i = 1, 2, \dots, m$). С обобщенной функцией D можно производить все вычислительные операции, как и с любым параметром процесса, в том числе использовать D в качестве обобщенного критерия оптимальности при исследовании и оптимизации процесса.

Результаты расчетов по преобразованию рассматриваемых показателей качества y_i (y_1 — органолеп-

тической оценки, y_2 — дисперсии, характеризующей приближение соотношения МНЖК : ПНЖК : НЖК к рекомендуемому оптимальному, y_3 — ПНС и y_4 — соотношения $\omega-6$: $\omega-3$) в соответствующие локальные значения функций желательности d_i , вычислению промежуточных функций (5, 6) y_3' и y_4' и расчету по выражению (9) обобщенной функции желательности D в зависимости от содержания введенного в паштет соевого масла $C_{см}$, сведены в табл. 4.

Далее, полученные на основании экспериментальных данных значения функции желательности D , были аппроксимированы выражением:

$$D = \frac{a}{1 + e^{\frac{-C_{см} + b - 0,5k}{m}}} \left(1 - \frac{1}{1 + e^{\frac{C_{см} + b - 0,5k}{p}}} \right), \quad (11)$$

где $C_{см}$ — содержание в паштете соевого масла, %; a , b , k , m , p — коэффициенты, определяемые методом наименьших квадратов на основании экспериментальных данных; расчеты дали такие значения коэффициентов:

$$a = 0,641; b = 7,013; k = 15,226;$$

$$m = 8,064; p = 0,628.$$

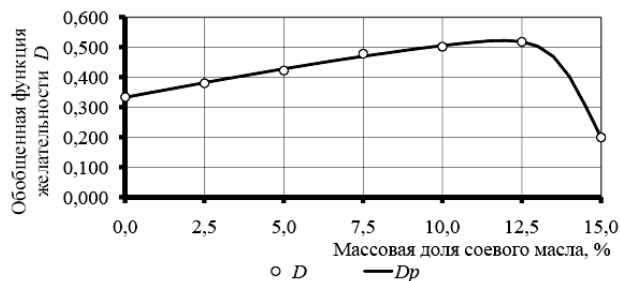


Рис. 2. Графическая интерпретация зависимости обобщенной функции желательности (11)

Полученное уравнение (11) для зависимости обобщенного (комплексного) критерия качества паштета D от массовой доли введенного в него соевого масла $C_{см}$, является обобщающей моделью оценки качества паштета. Оно позволило определить оптимальную массовую долю соевого масла, которое обеспечивает наилучшее качество паштета с учетом требований рассмотренных четырех различных показателей качества. Оптимальное значение $C_{см}$, при котором критерий D достигает максимума, было получено с использованием процедуры «Поиск решения» табличного процессора Microsoft Excel:

$$D^{\max} = 0,522 \text{ при } C_{см}^{\text{опт}} = 11,9 \text{ \%}.$$

Таблица 4

Результаты расчета функций желательности

$C_{см}$, %	Показатели качества y_i				Функция y'		Функции желательности					
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_3'	y_4'	частные d_i				обобщенная	
							d_1	d_2	d_3	d_4	D	D_p
0,0	9,0	3,58	9,14	13,43	0,802	2,372	0,802	0,802	0,053	13,43	0,334	0,332
2,5	8,9	5,12	9,10	11,10	0,775	1,440	0,775	0,749	0,098	11,10	0,380	0,381
5,0	8,8	7,05	9,06	9,72	0,746	0,888	0,746	0,668	0,173	9,72	0,422	0,428
7,5	8,6	9,09	9,00	8,81	0,679	0,524	0,679	0,563	0,368	8,81	0,478	0,469
10,0	8,6	11,13	8,96	8,16	0,679	0,264	0,679	0,441	0,563	8,16	0,501	0,505
12,5	8,4	13,09	8,87	7,68	0,598	0,072	0,598	0,317	0,990	7,68	0,518	0,518
15,0	7,6	14,94	8,65	7,30	0,205	-0,080	0,205	0,205	0,098	7,30	0,199	0,199

6. Обобщенная функция желательности (D_p) и ее графическая интерпретация для установления оптимального содержания растительного масла в паштетах функционального назначения

С учетом этих коэффициентов (табл. 4) по выражению (11) были получены расчетные значения обобщенной функции желательности D_p в зависимости от массовой доли введенного в паштет соевого масла. Как видно из табл. 4, эти значения хорошо совпадают со значениями обобщенной функции желательности, рассчитанной по экспериментальным данным. Относительные ошибки в исследуемом диапазоне изменения $C_{см}$ находятся в пределах 0,07...1,85 %, коэффициент детерминации составляет 0,998.

Более наглядно характер зависимости обобщенной функции желательности D_p от $C_{см}$ видна на рис. 2 (сплошная линия). Точками на рис. 2 показаны значения обобщенной функции желательности D , рассчитанные на основе экспериментальных данных.

7. Выводы

Создание мясных продуктов функционального назначения, для коррекции состояний с нарушениями липидного обмена является актуальной задачей пищевой отрасли Украины. Так как, разрабатываемые мясопродукты, содержащие натуральные ингредиенты, способны обеспечить рост производства, увеличить конкурентоспособность выпускаемой продукции и позволить реализовать продукцию на внешнем рынке.

В результате проведенного комплекса исследований установлено, что для внесения в мясные системы эмульсионного типа (паштеты печеночные) рационально вносить соевое растительное масло, которое содержит до 10,3 % ПНЖК ряда $\omega-3$, от общего содержания липидов. Исследовано влияние внесения растительного масла на изменения ПНС паштетной массы и установлено, что массовая доля растительного масла не должна превышать 12,5 % от массы основного сырья.

С помощью функции желательности D , предложенной Харрингтоном и учитывая отдельные показатели качества

паштетных масс установлено, что оптимальным является содержание соевого масла в экспериментальных паштетных массах равное 11,9 % к массе основного сырья.

Литература

1. Доронин, А. Ф. Функциональное питание [Текст] / А. Ф. Доронин, Б. А. Шендеров. — М.: ГрантЪ, 2002. — 295 с.
2. Thomas, J. Leatherhead food research. Functional foods market increases in size [Electronic resource] / Jonathan Thomas, Lucy Beverley. — Available at: \www/URL: http://www.leatherheadfood.com/functional-foods-market-increases-in-size. — 24 November 2014.
3. Нечаев, А. П. Технологии пищевых производств [Текст] / А. П. Нечаев, И. С. Шуб, А. М. Аношина и др.; под ред. А. П. Нечаева. — М.: КолосС, 2005. — 768 с.
4. Климов, А. Н. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения [Текст] / А. Н. Климов, Н. Г. Никульчева. — СПб.: Питер, —1999. — 512 с.
5. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids [Text] / Institute of Medicine (U.S.). Panel on Macronutrients., Institute of Medicine (U.S.). Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. — Washington, D. C.: National Academies Press, 2005. — 1331 p.
6. Riediger, N. D. A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease [Text] / N. D. Riediger, R. A. Othman, M. Suh, M. H. Moghadasian // Journal of the American Dietetic Association. — 2009. — Vol. 109, № 4. — P. 668–679. doi:10.1016/j.jada.2008.12.022
7. Basu, H. Coronary heart disease: How do the benefits of ω -3 fatty acids compare with those of aspirin, alcohol/red wine, and statin drugs? [Text] / H. Basu, S. Pernecky, A. Sengupta, G. U. Liepa // Journal of the American Oil Chemists' Society. — 2006. — Vol. 83, № 12. — P. 985–997. doi:10.1007/s11746-006-5153-4
8. Lavie, C. J. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Cardiovascular Diseases [Text] / C. J. Lavie, R. V. Milani, M. R. Mehra, H. O. Ventura // Journal of the American College of Cardiology. — 2009. — Vol. 54, № 7. — P. 585–594. doi:10.1016/j.jacc.2009.02.084
9. Meyer, B. J. Dietary intakes and food sources of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids [Text] / B. J. Meyer, N. J. Mann, J. L. Lewis, G. C. Milligan, A. J. Sinclair, P. R. C. Howe // Lipids. — 2003. — Vol. 38, № 4. — P. 391–398. doi:10.1007/s11745-003-1074-0
10. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для

различных групп населения Российской Федерации [Текст]. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2008. — 43 с.

11. Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро-, микроэлементов, органических кислот и углеводов [Текст] / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1987. — 360 с.
12. Мойер, Э. Высокий уровень холестерина: Вопросы и ответы [Текст] / Э. Мойер; пер. на русск. Н. Опарин. — Москва: Крон-Пресс, 1998. — 175 с.
13. Минкин, Р. Б. Болезни сердечно-сосудистой системы [Текст] / Р. Б. Минкин; под ред. С. Р. Минкина. — СПб.: Акация, 1994. — 271 с.
14. Ахназарова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Текст] / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. — М.: Высшая школа, 1985. — 327 с.
15. Остапчук, Н. В. Математическое моделирование процессов пищевых производств [Текст] / Н. В. Остапчук, В. Д. Каминский, Г. Н. Станкевич, В. П. Чучуй; под ред. Н. В. Остапчука. — К.: Вища школа, 1992. — 175 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЖИРОВОГО СКЛАДУ ПЕЧІНКОВИХ ПАШТЕТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті представлені результати оптимізації жирового складу печінкових паштетів функціонального призначення з використанням запропонованої Харрінгтоном функції бажаності D. Розроблено узагальнюючу модель оцінки якості паштету, що враховує плив багатьох критеріїв з обмеженнями за показниками якості та вмістом функціональних інгредієнтів. Встановлена оптимальна масова частка рослинної олії у рецептурах нових видів функціональних м'ясопродуктів.

Ключові слова: оптимізація, жировий склад, функціональні продукти, печінкові паштети, функція Харрінгтона.

Агунова Лариса Владимировна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології м'яса, риби і морепродуктів, Одеська національна академія пищевих технологій, Україна, e-mail: 80976531343@mail.ru.

Агунова Лариса Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій м'яса, риби і морепродуктів, Одеська національна академія харчових технологій, Україна.

Agunova Larisa, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: 80976531343@mail.ru.

УДК [612.015.12- 664.292:664.48]: 664-404.8

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.40512

Никитчина Т. И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

В работе приведены результаты экспериментальных исследований по регулированию растворимости модифицированных низкоэтерифицированных пектиновых веществ путем внесения эфффекторов — ионов кальция, которые позволяют создавать гелевые структурные композиции в зависимости от времени ферментативной деэтерификации и массовой доли пектиновых веществ в растворе.

Ключевые слова: низкоэтерифицированные пектиновые вещества, растворимость, вязкость, соли кальция, пектинметилэстераза, гелеобразование.

1. Введение

Важными в пищевом производстве являются такие физико-химические свойства пектиновых веществ как:

растворимость в воде, гидрофильность, степень диссоциации, вязкость растворов, термообратимость, студнеобразующая способность [1]. Пектины представляют собой высокомолекулярные природные полимеры. Они