

<https://doi.org/10.67290/2026.dw.20>

УДК 637.358

**Елена Анатольевна Орлова**, канд. техн. наук

**Василий Валерьевич Калабушкин**, канд. техн. наук

**Елена Васильевна Алексеева**

ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ КОПЧЕНИЯ КОЛБАСНЫХ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ И МОЛОКОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ С ЗАМЕНИТЕЛЕМ МОЛОЧНОГО ЖИРА, ПРОИЗВЕДЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ КОЛБАСНОГО ПЛАВЛЕННОГО СЫРА**

*В статье приведены результаты оптимизации режимов горячего копчения колбасных плавленых сыров и их аналогов с заменителем молочного жира. Показано влияние температурно-временных параметров копчения на основные физико-химические и органолептические показатели качества.*

**Ключевые слова:** копченые сыры, плавленые колбасные сыры, молокосодержащие продукты с заменителем молочного жира, горячее копчение, режимы копчения, цвет копчения, показатели качества

UDC 637.358

**Elena Anatol'evna Orlova**, Cand. Sci. (Engineering)

**Vasilii Valer'evich Kalabushkin**, Cand. Sci. (Engineering)

**Elena Vasil'evna Alekseeva**

VNIIMS – Branch of Gorbатов Research Center for Food Systems, Uglich

## **OPTIMIZATION OF SMOKING REGIMES FOR SAUSAGE TYPE PROCESSED CHEESES AND MILK CONTAINING PRODUCTS WITH A MILK FAT SUBSTITUTE PRODUCED BY TECHNOLOGY OF SAUSAGE TYPE PROCESSED CHEESE**

*The article presents results of optimizing the regimes of hot smoking for sausage type processed cheeses and their analogues with a milk fat substitute. The influence of temperature time smoking parameters on the main physico chemical and organoleptic quality indicators is shown.*

**Keywords:** smoked cheeses, sausage type processed cheeses, milk containing products with milk fat substitute, hot smoking, smoking regimes, smoke color, quality indicators



Источник изображения: <https://ijiza.ru/recipes/info/syr/osnovnyy-vidy-kopchenyh-syrov/>

Для ценителей колбасных сыров одним из первых критериев оценки предпочтительности и качества продукта является цвет корочки батончиков. Покупатель, определяясь с выбором среди аналогичных продуктов, в первую очередь оценивает внешний вид, а именно: качество упаковки и цвет продукта (при возможности). Затем прочитывает сведения о составе, дате изготовления, сроке годности, обращает внимание на производителя.

И только после вскрытия упаковки – вкус, аромат и консистенцию приобретенного сыра. Цвет также можно считать не только одним из показателей качества, но и признаком идентификации копченых плавленых продуктов наравне с основными органолептическими показателями, такими как вкус, запах и консистенция [1].

Факторов, оказывающих влияние на формирование показателей качества плавленых сыров, достаточно много. Основное – это качество исходного сырья, а также правильный выбор эмульгирующих солей и стабилизационных систем, технологических параметров плавления с учетом технических возможностей применяемого оборудования, проницаемости используемых оболочек и др. [2–6].

Заключительным этапом формирования органолептических характеристик колбасных продуктов является их копчение, результат которого зависит от температурных и временных параметров процесса. Регулируя один или несколько параметров, можно интенсифицировать или снизить скорость процесса копчения, насыщенность цвета, вкуса и аромата продукта, а также оказать влияние на формирование его консистенции и цвета [7].

Изменение технологических параметров копчения имеет прямую связь с физико-химическими показателями готового продукта [2–3, 7]. Примером может служить такой показатель, как интенсивность окрашивания батончиков, которая может усиливаться не только с повышением температуры рабочей среды и продолжительности ее воздействия, но и при пониженной массовой доле влаги в продукте во время копчения по сравнению со стандартным значением [3–4, 7]. Следовательно, при регулировании технологических параметров необходимо учитывать все возможные факторы влияния.

В производстве колбасных плавленых сыров и молокосодержащих продуктов с ЗМЖ существует три вида копчения:

- холодное, температура которого не превышает 25–30 °С в течение 20–24 ч;
- промежуточное - в диапазоне 30–35 °С в течение 12–14 ч;
- горячее, при котором дым в коптильной камере разогревается до температуры выше 65 °С, а продолжительность выдержки составляет 3–4 ч [2–3].

Чрезмерная продолжительность процессов холодного и промежуточного копчения в современных реалиях производства сделали эти режимы практически неиспользуемыми. Кроме продолжительности, приводящей к существенным материальным затратам на поддержание процесса копчения, эти режимы могут способствовать формированию ряда нежелательных органолептических показателей готового продукта, таких как перенасыщенный, резкий вкус и аромат копчения, излишняя кислота, более плотная, грубая консистенция [2, 7]. Перечисленные негативные факторы формируют более высокую себестоимость готового продукта при общем

снижении его качества, что создает необходимость оптимизации режимов копчения путем сокращения его продолжительности с гарантией получения продукта с высокими показателями качества.

Современное коптильное оборудование обладает рядом преимуществ, а именно:

- способность работать 24 ч в сутки без перегревов,
- возможность автоматизации процесса,
- легкая и более точная регулировка и поддержание задаваемых параметров копчения,
- возможность контроля температуры в зоне дымообразования,
- значительное снижение содержания бенз(а)пирена в готовом продукте, повышая таким образом его безопасность (за счет использования многоступенчатой системы очистки дыма) [4–5].

Использование подобного оборудования также позволяет максимально оптимизировать процессы обсушки и копчения батонов без потери качества.

Во ВНИИМС проводились исследования по усовершенствованию технологии горячего копчения колбасных плавленых сыров и молочосодержащих продуктов с заменителями молочного жира (ЗМЖ), произведенных по технологии плавленых колбасных сыров путем подбора оптимальных температур и продолжительности процесса копчения с последующим установлением их влияния на формирование и сохранение физико-химических и органолептических показателей качества продуктов.

Условия проведения исследований:

- объекты исследований – копченые колбасные молочосодержащие продукты с ЗМЖ с массовой долей жира в сухом веществе 30 %, произведенные по традиционной технологии плавленых колбасных сыров из полутвердых жирных, нежирных сыров, творога и сычужного казеина;
- фасовка – в рукавную целлофановую оболочку с повышенной дымопроницаемостью (Nalo, Германия);
- копчение тестируемых батонов – при температурно-временных диапазонах, приведенных в таблице 1;
- исследование органолептических и физико-химических показателей экспериментальных образцов проводили после их охлаждения;
- контроль – аналогичные образцы, не подвергавшиеся копчению.

Таблица 1

#### Исследуемые диапазоны горячего копчения

| № п/п | Температура, °С | Продолжительность, ч |
|-------|-----------------|----------------------|
| 1     | 55              | 1, 2, 4, 6           |
| 2     | 65              | 1, 2, 4, 6           |
| 3     | 75              | 1, 2, 4, 6           |
| 4     | 85              | 1, 2, 4, 6           |

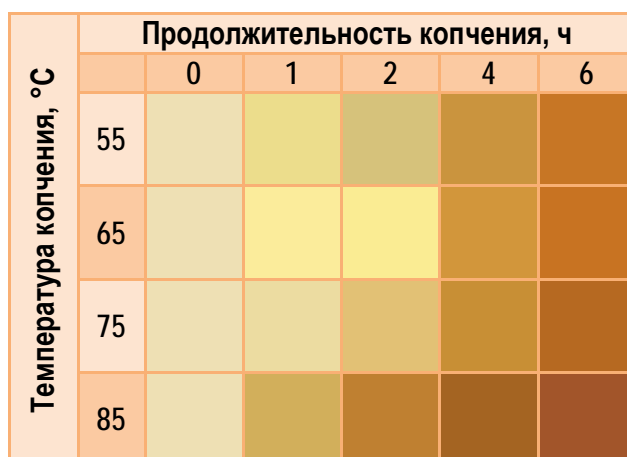
Визуальный контроль окрашивания поверхности готового продукта показал, что в процессе копчения цвет батонов менялся от светло-желтого до светло- и красно-коричневого, что наглядно продемонстрировано на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Влияние температурно-временных параметров копчения на цвет поверхности батонов

Из рисунка 1 видно, что повышение температуры и выдержки в коптильной камере способствует интенсификации окрашивания поверхности батонов. В связи с этим при выборе режимов копчения для получения продукта с оптимальными органолептическими характеристиками необходимо учитывать не только интенсивность формирования основных показателей (вкуса, запаха и консистенции), но и контролировать изменение цвета, чтобы избежать недостаточного или чрезмерного окрашивания поверхности продукта.

Визуальная оценка является субъективной, т.к. зависит от цветовосприятия конкретного испытателя. Для получения наиболее точных результатов влияния режимов копчения на формирование определенного цвета готового продукта последующий анализ осуществляли на основе результатов компьютерной обработки изображений. Для этого, с помощью программы Photoshop CS и фильтра усреднения цвета Avarage из фотографий поверхностей батонов, представленных на рисунке 1, были извлечены фрагменты изображений с выровненными затемненными и бликовыми участками, которые приведены на рисунке 2.



**Рисунок 2.** Усредненные фрагменты изображений цвета поверхности батонов в зависимости от температурно-временных параметров копчения.

Компьютерная обработка позволила не только выровнять все участки изображений, но и получить цифровые параметры характеристик цвета, интерпретированные в графические выражения, приведенные на рисунках 4, 5, 6.

В качестве цветовой схемы был выбран стандарт HSB, приведенный на рисунке 3.

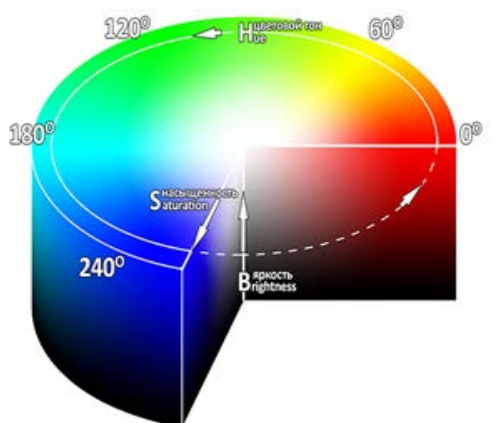


Рисунок 3. Цветовая схема HSB

По стандарту HSB значение цвета описывается следующими величинами:

- H (Тон – Hue) – основной цвет (отвечает за изменение основного цвета путем перехода от теплых тонов к более холодным. Чем меньше значение этого показателя, тем больше идет сдвиг тона цвета образца к более теплему оттенку);
- S (Saturation) – насыщенность (говорит о росте интенсивности красящего пигмента основного цвета на белом фоне. Например, о переходе от светло-желтого к насыщенно желтому);
- B (Brightness) – яркость (обозначает переход от темных оттенков цвета в мало освещенных затененных участках изображения к участкам с максимальным освещением).

Как видно из рисунка 4, тон цвета при температурах 55 °С и 65 °С в течение первого часа копчения немного возрастает, что свидетельствует о появлении в цвете тестируемых образцов холодных оттенков незаметных глазу исследователей.

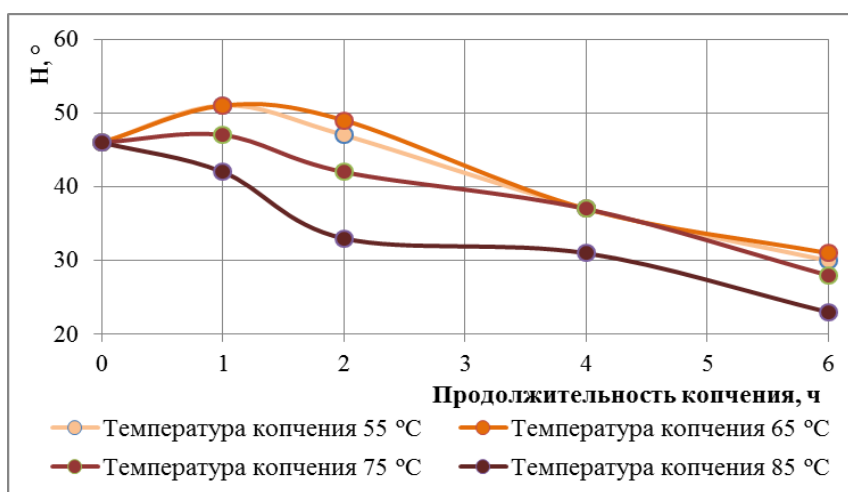


Рисунок 4. Динамика тона цвета в зависимости от режимов копчения

Также это явление может быть связано с тем, что в самом начале термической обработки поверхность продукта еще увлажненная, поэтому на ней происходит оседание некоторого количества частиц дыма (в зависимости от степени очистки), что приводит к появлению сероватых оттенков в первый час копчения, ответственных за изменение критерия Н. При последующем увеличении продолжительности копчения при обоих режимах происходит интенсивное снижение значений Н, что говорит о превалировании уже теплых оттенков в цвете поверхности батонов.

Высокие температурные режимы копчения (75 и 85 °С), в отличие от предыдущих, способствовали снижению показателя Н с начального этапа и до окончания термической обработки (рисунок 4). Вероятнее всего повышение температур существенно сократило начальную стадию цветообразования.

Из рисунка 5 видно, что происходит интенсивное накопление красящего пигмента основного цвета, о чем свидетельствует рост показателя насыщенности цвета (S) при всех температурных режимах. Это говорит о переходе цвета в более теплые тона.

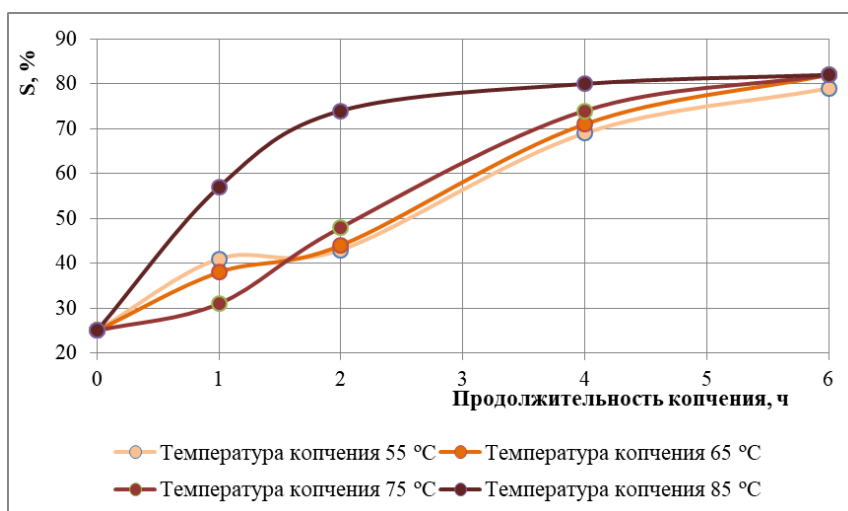


Рисунок 5. Динамика насыщенности цвета в зависимости от режимов копчения

Из графика на рисунке 5 видно, что самый высокий температурный режим (85 °С) из тестируемых обеспечил наиболее интенсивный темп роста насыщенности цвета поверхности батонов сразу после начала копчения в отличие от образцов, коптившихся при 55, 65 и 75 °С, что позволило сделать вывод о том, что температура копчения является наиболее значимым фактором в формировании насыщенности цвета батонов по сравнению с продолжительностью выдержки в коптильной камере.

Из рисунка 6 видно, что с увеличением продолжительности копчения снижается яркость цвета (В), а повышение температуры в камере еще более интенсифицирует этот процесс. Можно сделать предположение, что это связано с осаждением на поверхность батонов во время их термообработки некоторых компонентов дыма, таких как сажа и смолы, обладающих способностью к поглощению света.

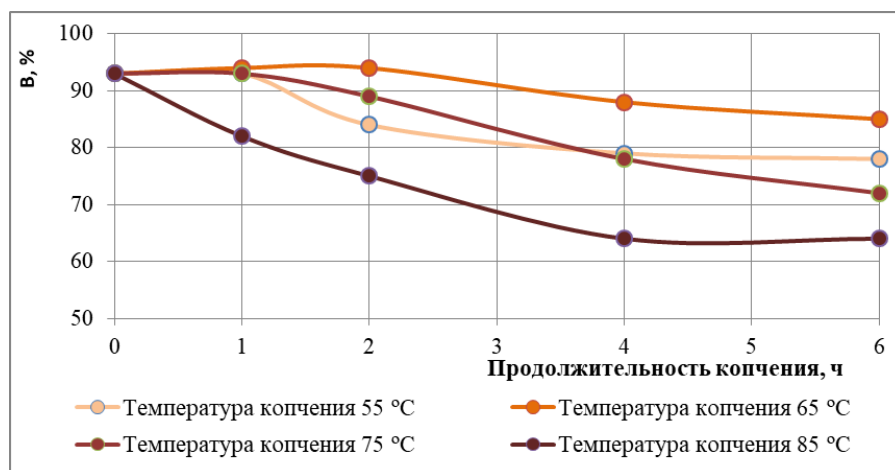


Рисунок 6. Динамика яркости цвета в зависимости от режимов копчения

При компьютерной обработке методом сглаживания всего объема результатов исследованных параметров (Н, S и В), была разработана градиентная модель изменения цвета поверхности батонов молочосодержащих продуктов с ЗМЖ во время копчения в зависимости от изменения основных режимов. Разработанная модель представлена на рисунке 7.

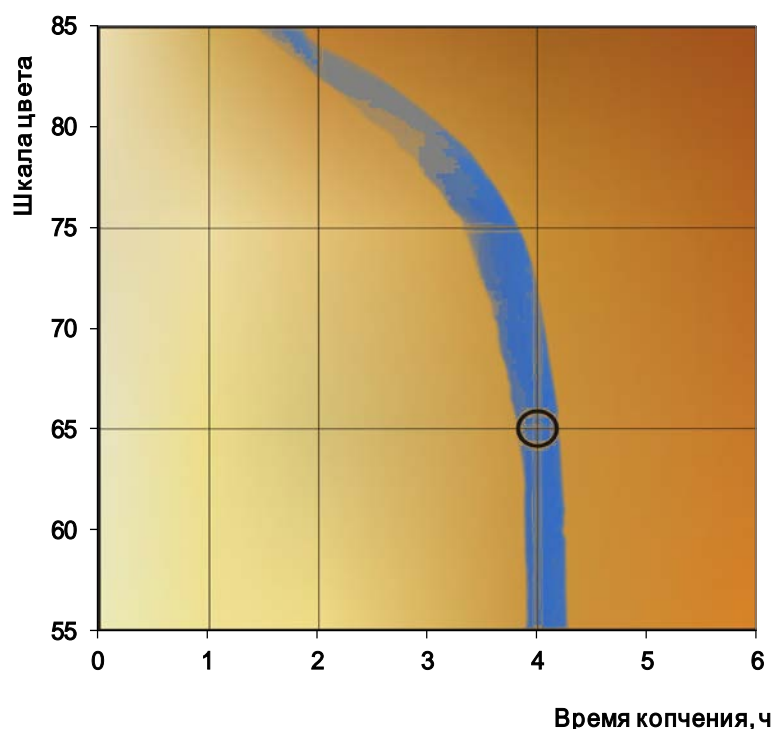


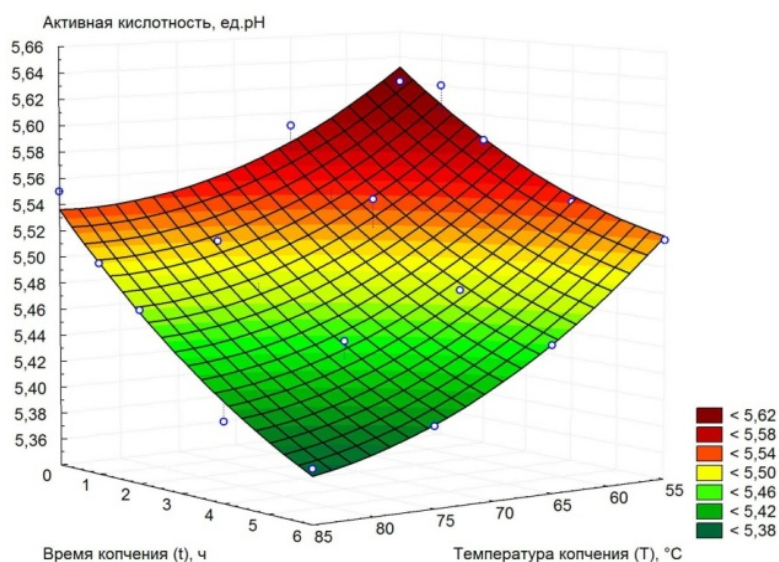
Рисунок 7. Градиентная модель изменения цвета копчения в зависимости от выбранного режима

Выделенная область отражает цвет готового продукта, формирующийся при температуре копчения 65 °C с продолжительностью 4 ч, что соответствует нормативно-техническим документам по производству колбасных плавленых сыров и молочосодержащих продуктов с ЗМЖ.

Как уже говорилось выше, факторов, влияющих на органолептику как копченых плавленых колбасных сыров, так и молочосодержащих продуктов, достаточно много, в частности режимы копчения. Следовательно, меняя тот или иной фактор, или несколько параметров можно регулировать скорость процесса копчения, степень насыщенности вкуса и аромата продукта, а также его консистенцию. Также следует учесть, что изменение технологических параметров производства окажет непосредственное влияние на протекание физико-химических процессов, которые могут негативно отразиться на формировании вкуса и консистенции продукта. Например, интенсивность окрашивания продукта усиливается не только под действием кислорода, с повышением температуры рабочей среды и продолжительности ее воздействия, но и при сдвиге активной кислотности в щелочную сторону и повышении массовой доли влаги в продукте. Поэтому при регулировании тех или иных технологических параметров необходимо учитывать эти нюансы.

Активную кислотность и массовую долю влаги в продукте относят к основным физико-химическим параметрам, способным оказать значимое влияние на формирование показателей качества (в том числе органолептических характеристик) как плавленых сыров, так и молочосодержащих продуктов.

По поверхности отклика, представленной на рисунке 8<sup>14</sup>, видно, что с увеличением продолжительности выдержки батонов молочосодержащих продуктов с ЗМЖ в коптильной камере интенсифицируется снижение рН продукта, причем повышение температуры в коптильне еще больше провоцирует данную динамику, которая может негативно отразиться на вкусе готового продукта.



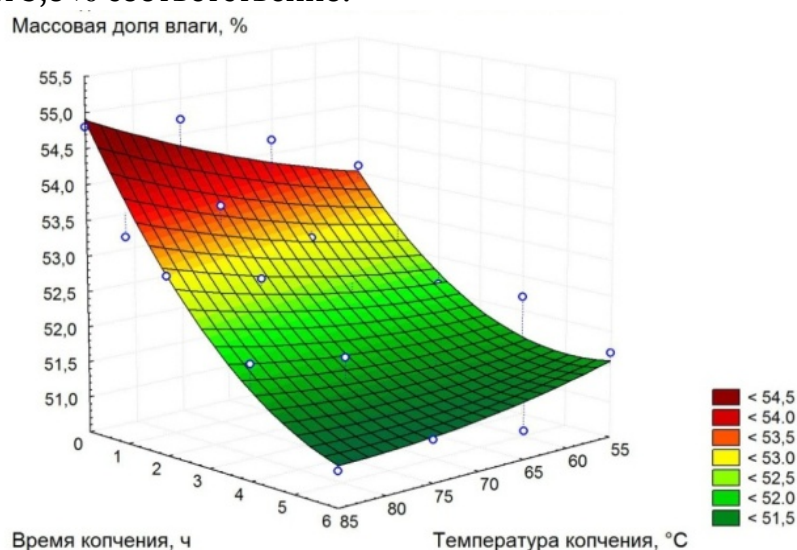
**Рисунок 8.** Зависимость изменения активной кислотности плавленого молочосодержащего продукта с ЗМЖ от температуры и продолжительности копчения

<sup>14</sup> Статистическую обработку результатов всех исследований проводили с использованием прикладного статистического пакета Statistica 5.5

Усушка в колбасных сырах и молокосодержащих продуктах начинается сразу после формирования батонов и их последующем охлаждении. Во время этого процесса происходит испарение влаги с поверхности батонов с одновременной осадкой, что приводит к формированию начальной структуры. Последующее снижение массовой доли влаги происходит в камере копчения за счет скорости конвекции горячей воздушно-дымовой смеси. Высокая скорость обезвоживания батонов на обеих стадиях производства провоцирует снижение выхода продуктов и формирование таких пороков консистенции как «колющаяся», «ломкая», «крошливая» и др. Поэтому контроль массовой доли влаги в испытуемых образцах является необходимым.

Анализ результатов контроля массовой доли влаги в тестируемых продуктах с помощью методов математической статистики был интерпретирован в графическую зависимость влияния температуры и времени копчения на снижение влажности испытуемых образцов (рисунок 9).

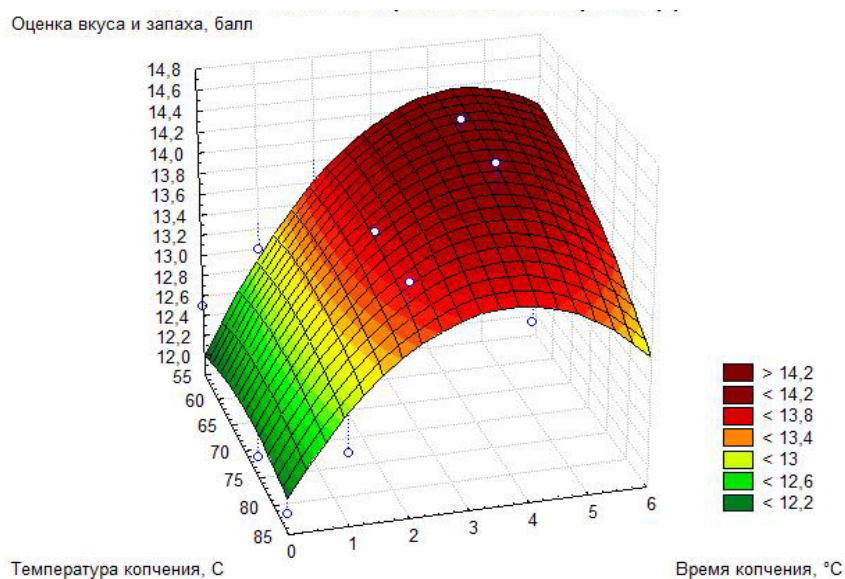
По поверхности отклика, приведенной на рисунке 9, можно наблюдать, что с увеличением продолжительности и температуры копчения в камере, растет интенсивность снижения массовой доли влаги в продукте. Наиболее высокими потерями обладали образцы, коптившиеся при 75 °С и 85 °С в течение 6 ч, которые составили 3,6 % и 3,8 % соответственно.



**Рисунок 9.** Зависимость изменения массовой доли влаги плавленого молокосодержащего продукта с ЗМЖ от температуры и продолжительности копчения

Органолептическая экспертиза этих продуктов выявила не только пороки вкуса и запаха (излишне кислый, горький вкус), но и консистенции (крошливая). В связи с этим выбор режима копчения при производстве копченых продуктов должен осуществляться не только грамотным выбором температурно-временных параметров, но и сопровождаться контролем и регулировкой влажности продукта перед копчением, чтобы получить в готовом продукте регламентированные органолептические и физико-химические показатели.

Зависимость оценки по показателю «вкус и запах» от температуры и продолжительности копчения, приведена на рисунке 10 в виде графической интерпретации.



**Рисунок 10.** Динамика оценки по показателю «вкус и запах» в зависимости от температуры и времени копчения

По поверхности отклика рисунка 10 видно, что наиболее высокие баллы были у образцов, коптившихся при 65°C и 55°C в интервале от 4 до 6 ч.

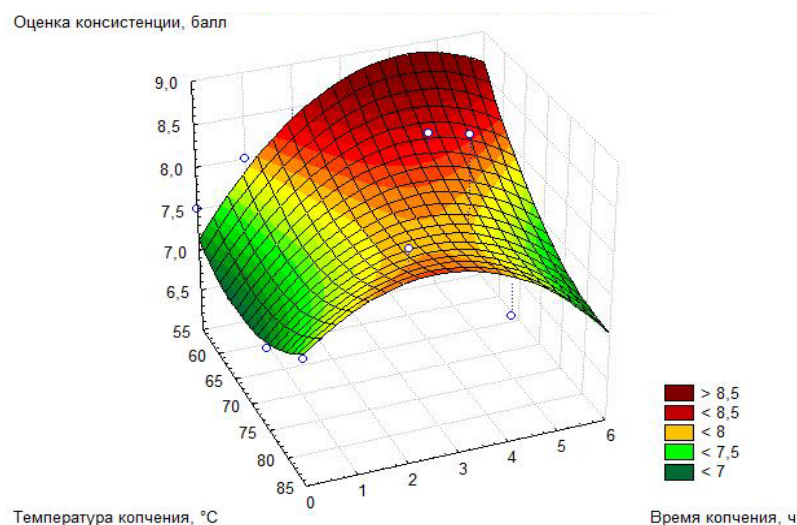
Батоны, прошедшие ускоренное копчение при 75°C и 85°C в течение 2 ч имели менее высокие оценки по этому же показателю из-за недостаточно острого, слабого вкуса копчения. При этой же температуре, но при выдержке в камере в течение 4 ч выраженность вкуса копчения усилилась и оценка опытных образцов выросла до 14,0–14,3 балла.

Через 4 ч нахождения в коптильной камере при температуре 85 °C в образцах молокосодержащих продуктов стали отмечать появление легкой горечи, а через 6 ч этот порок усилился и дополнительно появился интенсивно выраженный кислый вкус. Полученный результат говорит о чрезмерной длительности данной операции при этом температурном режиме.

Во время органолептического контроля качества экспертами было отмечено появление излишне кислого вкуса только у батонов, коптившихся при 85 °C в течение 6 ч, остальные образцы соответствовали требованиям ТУ 10.51.40-014-19862939-2015 «Молокосодержащие продукты, произведенные по технологии плавленого сыра». Полученный результат коррелирует с данными контроля активной кислотности молокосодержащих продуктов, приведенными выше (рисунок 8), что позволяет сделать предположение, что снижение активной кислотности в экспериментальных молокосодержащих продуктах за время копчения на 0,20–0,13 ед. рН не является обесценивающим фактором, а снижение этого же показателя на 0,21 ед. рН и более может косвенно свидетельствовать о присутствии во вкусе продукта излишней кислоты.

Сенсорная оценка выявила, что при всех исследованных вариантах режимов термообработки, в начале копчения происходит уплотнение текстуры продукта и усиливаются его упругие свойства. Однако, увеличение длительности копчения приводит к появлению пороков «крошливая», «несвязная» консистенция, которые

вызваны чрезмерной потерей влаги продуктом, что приводит к снижению балловой оценки по данному показателю (рисунок 11).



**Рисунок 11.** Динамика оценки по показателю «Консистенция» в зависимости от температуры и времени копчения

Графическая зависимость формирования консистенции от изменения параметров копчения, приведенная на рисунке 11, наглядно показывает, что тестируемые образцы, коптившиеся при 65 °С в течение 4 ч имели оценку 8,5 балла. Оценка была снижена за появление легкой пластичности в консистенции. При температуре 55 °С образцы, прошедшие шестичасовое копчение, получили наиболее высокую оценку в 9,0 баллов. Ускоренные режимы копчения по показателю «консистенция» позволили получить лучший результат в 8,5 баллов при температуре 75 °С и выдержке 2–4 ч и 9,0 баллов – при температуре 85 °С в течение 2 ч. Последующая выдержка в коптильне приводила к снижению качества готового продукта, а именно провоцировала его чрезмерное уплотнение и окрашивание.

Анализ результатов проведенных исследований позволил установить оптимальные режимы копчения, позволяющие получить готовый продукт с высокими потребительскими характеристиками, а именно:

- температура 75 °С, продолжительность – 2–4 ч;
- температура 85 °С, продолжительность – не более 1–2 ч.

Комплекс аналогичных исследований был также проведен на традиционных колбасных плавленых сырах. Полученные экспериментальные данные по всем изученным параметрам показали схожесть с результатами, представленными выше. Это обстоятельство позволяет считать приведенные в статье результаты исследований применимыми как к молочосодержащим продуктам с ЗМЖ, произведенным по технологии колбасных плавленых сыров, так и к плавленным колбасным сырам.

Оптимизированные в ходе исследований режимы копчения по сравнению с существующими позволят не только сократить длительность технологического процесса получения копченых плавленых продуктов примерно в 1,3–2,6 раза, но и снизить затраты на материалы и энергообеспечение производства.

**Список использованной литературы:**

1. **Оносовская, Н.Н.** Создание базы стандартов сыроделия / Н.Н. Оносовская, В.А. Мордвинова // Научные подходы к решению актуальных вопросов в области переработки молока: сборник научных трудов к 75-летию со дня основания ВНИИМС. – Углич : ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2019. С. 19–22.
2. **Riha, W.E.** Evaluation of Color in Smoked Cheese by Sensory and Objective Methods / W.E. Riha, W.L. Wendorff // Journal of Dairy Science. 1993. Vol. 76. № 6. P. 1491–1497.
3. **Курко, В.И.** Химия копчения / В.И. Курко. – Москва: Пищевая промышленность, 1969. 318 с.
4. Как работают профессиональные коптильни : [Электронный ресурс] // Павлово-Омз: сайт. – URL: <https://pavlovo-omz.ru/info/articles/kak-rabotayut-professionalnye-koptilni/> (дата обращения: 29.04.2026).
5. Коптильная камера MAXISMOKER PRO : [Электронный ресурс] // Тмейстер : сайт. – URL: <http://www.tmeister.ru/pdf/MaxiSmoker2015.pdf> (дата обращения: 29.04.2026).
6. **Орлова, Е.А.** Влияние упаковочного материала на качество копченых колбасных плавленых сыров и сырных продуктов / Е.А. Орлова, А.В. Дунаев, В.В. Калабушкин // Сыроделие и маслоделие. 2017. № 5. С. 44–46.
7. **Прохорова, А.А.** Физико-химические аспекты предупреждения порока колбасного копченого плавленого сыра "колющаяся" консистенция: автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.18.04 / А.А.Прохорова. – Углич: ВНИИМС, 2002. 20 с.