

В диссертационный совет 24.1.257.01 при
ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых
систем им. В.М. Горбатова» РАН
109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Ганиной Веры Ивановны на диссертационную работу Вахрушевой Дарьи Сергеевны на тему «Разработка биотехнологических приёмов улучшения потребительских свойств сыров пониженной жирности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы

Актуальность темы исследования.

Профилактика заболеваний и увеличение активной продолжительности жизни населения за счёт потребления продуктов здорового питания – важное направление в реализации положений, изложенных в Стратегии повышения качества пищевой продукции до 2030 г. Снижение калорийности молочной продукции путём уменьшения в ней жиров животного происхождения, углеводов и соли, в значительной степени способствует улучшению пищевого статуса и удовлетворению потребностей различных групп населения.

Стремление потребителей к здоровому образу жизни вызывает необходимость обоснованного и рационального подхода при разработке новых видов молочной продукции с улучшенными потребительскими показателями. Сыры относят к продукции с высоким содержанием белка, но в большинстве из них имеется высокое количество животных жиров, что ограничивает их потребление населением. Существующие технологии получения сыров с пониженной массовой долей жира не всегда позволяют производить продукцию с требуемыми органолептическими свойствами и, как правило, по вкусовому букету они уступают полножирным сырам. В этой связи исследования Вахрушевой Д.С., осуществленные в направлении разработки комплекса биотехнологических приёмов, способствующих производству сыров пониженной жирности, но по потребительским характеристикам не уступающих полножирным сырам, следует отнести к решению актуальной задачи в области пищевых систем.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации достаточно высокая, что подтверждается глубоким анализом и систематизацией большого объема информации по изучаемой теме, применением современных приборов и методов анализа, математического планирования и статистической обработки полученных результатов. Диссертантом проведён большой пул экспериментальных исследований и получены новые данные, которые проанализированы, а основные выводы сформулированы и представлены в заключении диссертации. Основные результаты работы в достаточной степени апробированы, обсуждены в научном сообществе, разработанные биотехнологические приёмы получения сыров пониженной жирности с улучшенными потребительскими свойствами проверены в реальных условиях предприятия агропромышленного комплекса.

Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Достоверность и новизна исследований полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием современных и общепринятых методов исследования, кратностью проведенных опытов и математической обработкой полученных результатов.

Научная новизна диссертации заключается в установлении зависимости протекания ферментативных процессов гликолиза, протеолиза, накопления вкусоароматических веществ, а также формирования реологических и органолептических показателей сыров пониженной жирности. К новым результатам следует отнести комплекс биотехнологических приёмов, предложенных автором, и обеспечивающих получение сыров пониженной жирности с улучшенными органолептическими показателями.

Оценка объема, структуры и содержания работы

Диссертационная работа и автореферат Вахрушевой Д.С. оформлены в соответствии с требованиями ВАК РФ. Работа имеет стандартную структуру и состоит из введения, обзора научно-технической литературы (глава 1), глава 2—Организация работы, объекты и методы исследований, экспериментальной части (глава 3), выводов, списка сокращений и литературы, приложений. По объему, содержанию и выводам диссертация представляет законченное исследование с последовательными и логичными выводами.

Диссертация изложена на 154 страницах, содержит 56 таблиц, 41 рисунок, 4 приложения. В список литературы входит 193 источника, из которых 31 отечественной и 162 зарубежной литературы.

Во введении автором обоснована актуальность исследований, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы цели и задачи исследований, представлена апробация **результатов исследований**.

Первая глава (стр.11-46) посвящена обзору научно-технической литературы по аспектам разработки и производства сыров пониженной жирности. Рассмотрена роль сыров пониженной жирности в диетическом питании населения. Проведен аналитический анализ научных подходов к особенностям формирования органолептических показателей сыров пониженной жирности и роли в этом процессе дополнительных заквасочных микроорганизмов. Осуществлен анализ отличительных особенностей технологии, применения в ней протеолитических и липолитических ферментов в формировании химического состава и его влияния на органолептические показатели, включая формирование консистенции и структуры, а также причин возникновения пороков у сыров пониженной жирности.

Вторая глава (стр.47-55) содержит организацию выполненных работ в диссертации, объекты и методы исследования, а также общую схему проведения исследования.

В третьей главе (стр.56-127) представлены результаты экспериментальных исследований. В разделе 3.1 «Исследование влияния заквасочных культур целевого назначения на формирование органолептических показателей сыров пониженной жирности» на первом этапе исследований (**раздел 3.1.1**, стр.56-69) автором было изучено влияние термофильных (*Lactobacillus helveticus*) и мезофильных (*Lactocaseibacillus casei*) лактобацилл на интенсификацию процесса созревания, формирования характерного вкусового букета и консистенции сыров пониженной жирности с массовой долей жира 30% без применения термокамеры. В **разделе 3.1.2** (стр.69 -78) диссертант изучала возможность процесса интенсификации роста и метаболизма *Lactobacillus helveticus* с применением термокамеры после прессования. Это было обосновано тем, что в первой серии результаты исследований показали положительный, но не достаточный эффект по улучшению показателей качества сыров с пониженной массовой долей жира 30%. Режимы термостатирования сыра в термокамере были следующие: температура (35 ± 1) °C и выдержка в течение (90 ± 10) минут. Вахрушевой Д.С. была высказана гипотеза о том, что применение термокамеры может создать условия для интенсивного роста и развития заквасочной микрофлоры, активизации молочнокислого процесса и продуцирования экзоферментов, что в дальнейшем должно привести к интенсификации процессов созревания сыров. В ходе осуществленных исследований была доказана правомочность высказанной гипотезы и показано, что происходит интенсификация ферментативных

процессов, как во время выработки, так и при созревании сыров с пониженной массовой долей жира 30%. Такие процессы приводили к улучшению консистенции сыра за счет размягчения сырной массы в результате отщепления коллоидного кальция от параказеинаткальцийфосфатного комплекса. Активизация ферментативных процессов в сырах, выдержанных в термокамере, повлияла на ход протеолитических процессов, что подтверждается результатами более интенсивного изменения степени протеолиза в сырах в процессе созревания, а также молекулярно-массовом распределении водорастворимых белковых фракций (накопление большего количества аминокислот и низкомолекулярных пептидов) в возрасте кондиционной зрелости сыров с пониженной массовой долей жира 30%.

Таким образом, полученные диссертантом результаты исследований в данных разделах свидетельствуют о возможности получения сыров с пониженной массовой долей жира 30% с улучшенными органолептическими показателями при применении основной лактококковой закваски совместно с дополнительной культурой *Lacticaseibacillus casei* или *Lactobacillus helveticus* в сочетании с темостатированием сыра после прессования.

В разделе 3.1.3. (стр.78-93) автором работы представлены результаты исследований по использованию в качестве дополнительных культур к основной лактококковой закваске лейконостоки (*Leuconostoc* spp.) и диацетильный лактококк (*Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*). Эти культуры обладают газо- и ароматообразующей способностью, что может положительно влиять на формирование рисунка. Кроме того, автор предложил выявить, какой способ формирования (насыпью или из пласта) будет способствовать получению сыра с пониженной массовой долей жира 30% с лучшими показателями качества. Результаты дисперсионного анализа и оценка органолептических показателей сыров, формируемых разными способами показали, что консистенция сыров, формируемых из пласта и с применением *Lc. Lactis* subsp. *diacetylactis*, характеризовались выраженным сырным вкусом и ароматом, сливочным ароматом, желаемой эластично-пластичной консистенцией и правильным рисунком. Поэтому для получения сыров пониженной жирности с м.д.жира 30% рекомендовано применять в качестве дополнительной культуры *Lc. Lactis* subsp. *diacetylactis* и применять способ формирования из пласта.

В разделе 3.1.4 (стр.93-109) представлены результаты совокупных исследований по использованию *Propionibacterium freudenreichii* в качестве дополнительных культур в разных дозах и условий созревания на качественные показатели полутвердых сыров пониженной жирности (30 % в сухом веществе). Полученные автором результаты

исследований показали, что добавление к основной кислотообразующей микрофлоре пропионовокислых бактерий в дозе 10^5 КОЕ/см³ активизирует ферментативные процессы и формирование сырного и пряного вкуса при традиционных режимах созревания. Использование «бродильной камеры» во время созревания усиливает пропионовокислое брожение и обостряет риски формирования пороков вкуса, поэтому не является эффективным технологическим приемом, повышающим качество сыров пониженной жирности. Полученные данные подтверждены дисперсионным анализом, и показывают, что видовой состав микрофлоры, продолжительность созревания и их сочетание влияют на динамику количества основной и дополнительной микрофлоры, степень протеолиза, комплексный модуль сдвига ($p < 0,001$).

В разделе 3.1.5 (стр.110-120) представлены результаты изучения совместного применения *Propionibacterium freudenreichii* и *Lactocaseibacillus casei* в технологии низкожирных сыров с массовой долей жира 20 % в сухом веществе. Результаты комплекса проведённых исследований позволили автору установить, что использование в составе заквасочной микрофлоры для низкожирных сыров наряду с кислотообразующими лактококками и пропионовокислыми бактериями (*P. Freudenreichii*) и мезофильных палочек *L. casei* в выбранных дозах дает возможность получить сыры 20 % жирности, приближенные органолептические показатели к сырам с м.д.жира 50%.

В разделе 3.2 (стр.120-129) приведены результаты исследований о влиянии микробиальной протеазы Flavourzyme и телячьей липазы Cagliificio Clerici на микробиологические, биохимические и физико-химические процессы при выработке и созревании сыров пониженной жирности. Результаты исследований по применению изученных ферментов не позволили Д.С. Вахрушевой выявить их положительное влияние на показатели качества сыров с пониженной массовой долей жира.

Раздел 3.3. (стр.129-132) посвящён разработке и апробации научно-обоснованных рекомендаций по улучшению органолептических показателей сыров пониженной жирности. В данном разделе все ранее полученные результаты исследований нашли отражение в разработанном диссертантом комплекте Технической документации СТО ВНИИМС 058 – 2023 «Сыры пониженной жирности Диетические. Технические условия» и Технологическую инструкцию. Данный комплект документов распространяется на процесс производства полутвердых полужирных (м.д.ж. в сухом веществе 30 %) и низкожирных (м.д.ж. в сухом веществе 20 %) сыров. В этом разделе также приводится сравнительная характеристика пищевой и энергетической ценности жирных сыров и разработанных сыров пониженной жирности, которая позволяет согласно ГОСТ Р 55577-

2013 позиционировать новые виды, как сыры со сниженной калорийностью и/или со сниженной энергетической ценностью.

Выводы, представленные в диссертации, отражают основные результаты исследований в соответствии с поставленными задачами.

В приложениях к диссертации приведены материалы, подтверждающие апробацию и практическую значимость полученных результатов выполненных исследований.

Материалы, представленные в автореферате, в полной мере отражают основные разделы диссертационной работы.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке комплекта технической документации, включающего СТО и Технологическую инструкцию по производству полутвердых сыров пониженной жирности с улучшенными потребительскими характеристиками. Осуществлена опытно-промышленная апробация разработанной технологии на АО «Маслосырзавод «Починковский».

Апробация работы.

Результаты проведенных исследований по теме диссертационной работы были доложены и обсуждены на 5 международных научно-практических конференциях (2021г, 2022г., 2023г.). По результатам работы опубликовано 21 печатная работа, в том числе 7 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в RSCI, 3 – в периодических изданиях, рецензируемых журналах из списка ВАК Министерства науки и высшего образования, и 3 – в международных изданиях, входящих в наукометрические базы Scopus и WoS.

Замечания, вопросы и рекомендации по диссертации:

1. В главе 2.2 (стр.47) сообщается, что в исследованиях применяли производственные штаммы МКМ разных родов и видов (*Lactobacillus helveticus*, *Lactocaseibacillus casei*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Leuconostoc*), а также пропионовокислые бактерии *Propionibacterium freudenreichii*. Однако автор не уточняет номера и количество штаммов, применяемых в исследованиях, что важно, т.к. даже штаммы, относящиеся к одному роду и виду, могут значительно отличаться по технологическим и функциональным свойствам.

2. Не совсем ясно, почему в работе не применяли культуры *Lactobacillus plantarum*, которые обладают способностью подавления маслянокислых бактерий, приводящих к развитию порока «позднее вспучивание» сыров?

3. В третьей главе большая часть проведенных исследований при получении сыров с массовой долей жира 30% посвящена изучению применения наряду с основной мезофильной закваской дополнительных культур протеолитической направленности

Lactobacillus helveticus и *Lacticaseibacillus casei*, но данных по исследованию их протеолитической активности автор не приводит.

4. Возникает вопрос: чем можно объяснить разную дозу внесения культур *Lactobacillus helveticus* (0,1%) и *Lacticaseibacillus casei*(0,4%) при выработке сыров (глава 3, табл.3.2, стр.58)?

5. Диссертантом изначально не правильно принято обозначение количества молочнокислых бактерий как КМАиФАНМ, которое применяется для обозначения количества посторонних микроорганизмов в молочном сырье и продукции без заквасок (глава 3, табл.3.3, 3.5, 3.6 стр.59, 60 и далее по тексту изложения диссертации).

6. Не понятно, почему при изучении вопроса интенсификации роста и метаболизма *Lactobacillus helveticus* путем применения термокамеры в состав основной мезофильной микрофлоры был введён *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*(глава 3, стр.70), который ранее автор в исследованиях не применяла? В этой связи, выводы сделанные автором и касающиеся увеличения вкусоароматических веществ в сыре, полученном с применением *Lactobacillus helveticus* и термокамеры, не совсем правомочны (раздел 3.1.2.1, стр.75-76)

7. В разделе 3.2. приводятся результаты комплексных исследований влияния протеолитического и липолитического ферментов, но автором не уточняется, с какой массовой долей жира вырабатывались экспериментальные сыры.

8. По ходу изложения материала в диссертации имеются опечатки (стр.24, 47, 52, 66, 93 и др.) и не корректно представлены условные обозначения на рис. 3.13 (стр.83), 3.23 (стр.99), 3.24 (стр.100).

Заключение

Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования. По актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа «Разработка биотехнологических приёмов улучшения потребительских свойств сыров пониженной жирности», выполненная Д.С. Вахрушевой, и представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы является законченной научно-квалификационной работой, отвечает требованиям ВАК РФ п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением

Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Д.С. Вахрушева заслуживает присуждения искомой степени по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Ведущий научный сотрудник Проблемной научно-исследовательской лаборатории (ПНИЛ) «Конструирование и внедрение продуктов и рационов персонализированного питания», ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», доктор технических наук по научной специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ, профессор
109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73
+ 7-916-318-87-90
vigan5428@yandex.ru

В.И. Ганина Ганина В.И.

17апреля2024г.

Подпись руки В.И. Ганиной удостоверяю:

г.с.с.с.с.
ч.к.

