

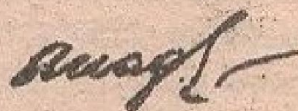
Автореф.
А 50

НА

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

АЛИКБЕРОВ Надыр Ага Керим



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ
ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ СОКОВ
И ИХ МОДЕЛЕЙ

05.18.12 – процессы, машины и агрегаты пищевой
промышленности

АВТОРЕЗЮМЕ
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Одесса – 1990

Работа выполнена на кафедре процессов и аппаратов
Одесского технологического института пищевой промышленности
им. М.В.Домоусова

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор В.З. Геллер

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор А.К. Гладуших
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
А.В. Доросенко

Ведущая организация: Научно-производственное объединение
"Консергипромпищепро" (г. Одесса)

Защита диссертации состоится 20 декабря 1990 г.
в 13⁰⁰ час. на заседании специализированного совета Д 069.35.01
при Одесском технологическом институте пищевой промышленности
им. М.В. Домоусова по адресу: 270039, г. Одесса, ул. Спердзюва,
112, ОТИИ им. М.В. Домоусова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
технологического института пищевой промышленности им. М.В. До-
моусова.

Автореферат разослан 18 ноября 1990 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
К.Т.Н., доцент

В.Г. Кротов

Одесский технологический
институт пищевой промыш-
ленности им. М.В. Домоусова
БИБЛИОТЕКА

ОНАХТ 28.02.11
Совершенствование ра



v016860

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Производство соков в настоящее время превратилось в одну из главных отраслей плодово-перерабатывающей промышленности. Советский Союз занимает одно из ведущих мест в мире по объему производства соков и их ассортименту, однако оснащенность предприятий и применение на них современной прогрессивной технологии отстает от мировых стандартов. Быстрое развитие соковой промышленности не успевает за еще быстрым ростом потребления соков и спросом на эти продукты. Для удовлетворения потребности в соках необходимо модернизировать промышленность за счет использования новой научно-технической информации, в том числе о теплофизических свойствах плодово-ягодных соков и их моделей, представляющие собой водные растворы сахаров и органических кислот.

Важное место в этой информации занимает коэффициент теплопроводности λ , необходимый для расчета тепловых аппаратов. Имеющиеся в литературе экспериментальные данные о λ и основанные на них рекомендации по определению теплопроводности не отвечают современным требованиям к расчету и эксплуатации технологического оборудования. Следует отметить, что надежная информация о теплопроводности соков и их моделей необходима для развития теории растворов и других сложных систем.

Работа выполнена в соответствии с планом МКП "Пищевые продукты" и Государственной стандартизации (код задания 01.03.04, 01.03.02, 01.03.05).

Цель настоящей работы состояла в совершенствовании расчета тепловых аппаратов технологических линий сокового производства на основе экспериментального исследования теплопроводности соков и их моделей, а также разработки обобщенной методики расчета теплопроводности этих продуктов.

Для реализации этой цели были поставлены ряд взаимосвязанных задач:

- оценка влияния точности данных о теплопроводности плодово-ягодных соков на основные показатели тепловых процессов и аппаратов сокового производства;
- экспериментальное исследование теплопроводности некоторых натуральных соков (виноградного "Насла", виноградного "Каберне", яблочного, клубничного, гранатового, грушевого), а также водных растворов сахаров (сахарозы, фруктозы, глюкозы) и органических

кислот (винной, яблочной, лимонной, молочной, уксусной) при различных концентрациях и температурах;

- изучение особенностей концентрационной зависимости теплопроводности водных растворов в области небольших концентраций растворимых сухих веществ;

- разработка обобщенных методик расчета теплопроводности водных растворов сахаров и органических кислот, а также плодово-ягодных соков по данным об их химическом составе; составление таблиц справочных данных;

- совершенствование расчета выпарного аппарата, трубчатой и пластинчатой пастеризационных установок технологических линий сокового производства;

- расчет холодопроизводительности элемента установки крио-концентрирования плодово-ягодных соков.

Научная новизна.

На основе новых экспериментальных данных о теплопроводности ряда плодово-ягодных соков, а также водных растворов сахаров и органических кислот в широком диапазоне изменения концентрации сухих веществ получена обобщенная методика расчета теплопроводности соков и их моделей по минимальной исходной информации об их химическом составе.

Установлено, что для описания теплопроводности исследованных продуктов в качестве параметра идентификации необходимо использовать общее содержание сухих веществ.

Впервые обнаружен экстремальный характер концентрационной зависимости теплопроводности водных растворов сахаров и органических кислот в области небольших (2...3 %) концентраций сухих веществ. Разработана физическая модель, объясняющая указание аномалии.

Получены обобщенные зависимости для расчета теплопроводности плодово-ягодных соков и их моделей в широком диапазоне температур и концентраций сухих веществ.

На защиту вносятся:

- рекомендации по использованию достоверной информации о теплопроводности соков при расчете технологического оборудования для сокового производства;

- обобщенная методика расчета теплопроводности плодово-ягодных соков и их моделей по данным о химическом составе продукта;

- аномалии концентрационной зависимости теплопроводности

водных растворов сахаров, органических кислот и физическая модель, объясняющая эти аномалии.

Практическая значимость результатов диссертации.

В результате расчета основных параметров тепловых аппаратов сокового производства по реальным данным о свойствах плодово-ягодных соков и данным о свойствах воды, асхождения в расчетных поверхностях теплообмена в теплообменных аппаратах достигают 25 %. Эти материалы, а также данные с теплопроводности натуральных соков и моделирующих их растворов использованы при разработке режимов тепловой стерилизации плодовых консервов на консервном заводе "Ильичевский" (г.Одесса), во Всесоюзном научно-исследовательском и экспериментально-конструкторском институте по хранению и переработке субтропических плодов Госагропрома Аджарской АССР и других консервных заводах. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения полученных данных для одной технологической линии по производству плодово-ягодных соков производительностью 9,9 туб. составляет 41,3 тыс. руб.

Рекомендации по расчету теплообменных аппаратов использованы на Деражнянском плодово-консервном заводе при реконструкции линий розлива и концентрирования виноградного и яблочного соков производительностью 4 тонн/час. Модернизация позволила сократить поверхность теплообмена соответственно на 18 и 21 % и на 24 % уменьшить мощность электродвигателей насосов, обеспечивающих перекачку сока в линии. Ожидаемый годовой экономический эффект от использования разработки составил 0,49 тыс. руб.

Материалы диссертации внедрены также в систему "САПР-теплообменник", функционирующую в НПО ВНИИНефтемаш, что позволило значительно снизить удельную металлоемкость создаваемых теплообменных аппаратов.

Методика расчета теплопроводности соков принята ВНИИ МВ Госстандарта СССР для аттестации в качестве рекомендуемой расчетной методики ГСССД.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на Всесоюзной научной конференции "Проблемы индустриализации общественного питания страны" (Харьков, 1984 г.), на Всесоюзной научно-технической конференции "Электрофизические методы обработки пищевых продуктов" (Москва, 1985 г.), Всесоюзном совещании-семинаре молодых ученых "Явление переноса в газах и жидкостях" (Алма-Ата, 1985 г.), VIII Всесоюзной научно-технической конфе-

ренции по теплофизическим свойствам веществ (Новосибирск, 1988 г.), на Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемы индустриализации общественного питания" (Харьков, 1989 г.), II Всесоюзной научной конференции "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания" (Харьков, 1990 г.), на отчетных научно-технических конференциях ОТИП им. М.В. Ломоносова (г.Одесса, 1983-1990 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Диссертация изложена на 117 страницах машинописного текста, содержит 36 рисунков, 23 таблицы. Литература состоит из 134 наименований, из них 24 зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы практическая значимость и актуальность работы, а также идея подхода к изучению теплопроводности реальных пищевых продуктов на основе модельных представлений об их строении. Сформулированы цели и задачи исследований, а также их научная новизна.

В первой главе дана оценка влияния точности исходных данных о теплопроводности на основные показатели процессов сокового производства. При проведении расчетов были использованы имеющиеся в литературе данные теплопроводности соков (после их экспериментальной оценки), а также данные автора. Так как проектно-конструкторскими организациями при разработке технологических линий сокового производства обычно используются данные о теплофизических свойствах воды, нами были сопоставлены результаты расчета основных параметров тепловых процессов по реальным данным о свойствах плодово-ягодных соков и данным о свойствах воды.

Приведен также краткий обзор и анализ имеющихся в литературе данных о теплопроводности соков и их моделей, представляющие собой водные растворы сахаров и органических кислот, а также обоснован выбор моделей в качестве объектов исследования.

Во второй главе приведено описание экспериментальной установки для определения теплопроводности.

При исследовании коэффициента теплопроводности применен метод коаксиальных цилиндров. Основными узлами экспериментальной установки являются измерительная ячейка, системы термостатирова-

ния и регулирования температуры. Измерительная ячейка состоит из двух коаксиально расположенных цилиндров, изготовленных из меди, поверхности которых хромированы и отполированы. Внутренний цилиндр длиной $L = 199,89 \pm 0,001$ мм и средним диаметром $d_1 = 19,989 \pm 0,001$ мм устанавливается соосно в наружном, имеющем внутренний диаметр $d_2 = 20,963 \pm 0,005$ мм с помощью крепежных устройств, которые закреплены в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях по высоте цилиндров. По оси внутреннего цилиндра в отверстии диаметром 4 мм установлен электронагреватель, представляющий собой керамическую трубку с бифилярно навитой манганиновой проволокой диаметром 0,15 мм. Для предотвращения межвиткового электрического пробоя, нагреватель несколько раз пропитывался высокотемпературным лаком и подвергался тепловой обработке. К концам электронагревателя припаяны токовые и потенциальные провода диаметром 0,2 мм. Для сведения эксцентриситета к минимуму при сборке измерительной ячейки применялись разрезные цилиндрические втулки, толщина которых соответствовала величине измерительного зазора.

На торцах наружного цилиндра установлены крышки, снабженные отверстиями для заполнения ячейки исследуемым веществом. Торцевой зазор между крышками и внутренним цилиндром фиксировался с помощью тексталитовых распорок. Длина измерительной ячейки с крышками составила 250 мм.

Для измерения разности температур в зазоре использовалась трехспайная дифференциальная медь-константановая термопара, термоэлектроды которой изолировались высокотемпературным лаком. Абсолютная температура опыта определялась образцовым платиновым термометром сопротивления типа ПТС-10, изготовленным и градуированным во ВНИИТРИ.

Геометрические размеры цилиндров были определены при помощи микроскопа УИМ-21.

Измерительная ячейка помещалась в специально изготовленный термостат емкостью 20 литров, который позволял осуществлять термостатирование в широком интервале температур. В качестве термостатирующей жидкости применялся уайтспирит. Перемешивание жидкости осуществлялось пропеллерной мешалкой, приводимой в движение электродвигателем. Для создания циркуляции потока теплоносителя использовалась тонкостенная латунная труба диаметром 50 мм и толщиной стенки 1 мм, на корпусе которой установлен регулируемый нагреватель и датчик температуры. Необходимый температур-

ный режим поддерживался с помощью систем автоматического регулирования, датчик которой установлен на корпусе мешалки в непосредственной близости от регулировочного нагревателя.

Регулировочный термометр сопротивления включался в плечо моста постоянного тока МО-62, являющегося задатчиком температуры, сигнал разбаланса которого поступал на фотокомпенсационный усилитель ФИ16/1 и, далее, на обмотку типа М327. Контакты реле срабатывали в управляющей цепи тиристора К 202М, включая регулировочный нагреватель. Схема терморегулирования позволяла поддерживать температуру в процессе эксперимента с отклонением не более $\pm 0,003$ К.

Методика определения постоянной измерительной ячейки, введения соответствующих поправок к измеренным значениям теплопроводности, а также методики проведения опытов и обработки результатов измерений приведены в диссертации.

В третьей главе приведены результаты экспериментального определения теплопроводности.

Определение входящих в состав соков сахаров проводилось по ГОСТ 8756.13-70. Общая кислотность соков определялась потенциометрическими и индикаторными методами прямого титрования по ГОСТ 25555.0-82. Определение содержания сухих веществ в исследуемых образцах проводилось двумя методами - по плотности и с помощью рефрактометра (ГОСТ 8756.2-70).

Результаты физико-химического анализа исследуемых образцов плодово-ягодных соков приведены в диссертации.

В качестве объектов исследования были выбраны плодово-ягодные соки промышленного производства (виноградный "Пасла", виноградный "Каберне", яблочный, клубничный, гранатовый и грушевый), а также водные растворы сахаров и органических кислот с содержанием сухих веществ от 0 до 50 %.

Все измерения проводились в интервале температур 20...90 °С при атмосферном давлении. Результаты измерений λ плодово-ягодных соков приведены в табл. I.

Расчет погрешности экспериментального определения теплопроводности, проведенный по рекомендациям ВНИИМ, показал, что максимальная общая погрешность полученных результатов составляет 1,49 %.

В четвертой главе анализируются особенности температурной и концентрационной зависимостей теплопроводности исследуемых объектов и дана их физическая интерпретация.

Таблица I
Экспериментальные данные теплопроводности плодово-ягодных соков, $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)

Виноградный "Пасла"	Виноградный "Каберне"		Яблочный		Гранатовый		Клубничный		Грушевый	
$t, ^\circ\text{C}$	λ	$t, ^\circ\text{C}$	λ	$t, ^\circ\text{C}$	λ	$t, ^\circ\text{C}$	λ	$t, ^\circ\text{C}$	λ	$t, ^\circ\text{C}$
23,32	558	24,72	561	29,31	586	25,31	589	25,61	582	22,30
24,84	560	24,84	558	29,41	588	25,42	588	26,02	585	22,41
25,56	563	24,96	563	29,53	587	25,53	591	26,14	587	22,53
43,31	576	42,01	575	42,50	610	42,59	615	41,00	596	41,29
43,42	579	42,12	578	42,61	606	42,70	609	41,11	601	41,39
43,55	576	42,23	575	42,72	606	42,80	610	41,22	601	41,51
61,44	593	58,62	594	62,04	630	63,72	642	58,69	619	62,70
61,54	594	58,77	593	62,95	631	63,83	642	58,80	618	62,81
61,55	596	58,88	593	63,06	632	63,94	640	58,92	618	62,93
78,39	613	80,99	616	81,27	657	83,47	670	78,78	640	80,27
78,50	614	81,09	619	81,37	655	83,57	663	78,88	640	80,36
78,61	613	81,21	616	81,48	654	83,67	669	78,99	638	80,47
89,13	624	92,55	627	93,11	669	89,11	675	91,66	652	93,42
89,24	623	92,66	625	93,22	667	89,22	675	91,77	651	93,53
89,36	621	92,77	624	93,34	670	89,32	676	91,88	654	93,64

Характер температурной зависимости для исследованных нами систем является традиционным для воды и ее растворов — с ростом температуры λ увеличивается в исследуемом диапазоне практически по линейному закону.

Вместе с тем, при анализе концентрационной зависимости λ водных растворов сахаров и органических кислот (рис.1 и 2) обнаружено, что в области небольших концентраций (2...3 %) растворенного вещества на концентрационной зависимости $\lambda(x)$ наблюдают максимумы, величина которых достигает 6...8 %. В диссертации предложена и проанализирована физическая модель, объясняющая указанные особенности.

Обобщенная концентрационная зависимость водных растворов сахаров и органических кислот описывается уравнением

$$\lambda = \frac{\lambda}{\lambda_{20}(x)} = 0,9835 + 0,185 \cdot 10^{-2} x, \quad (1)$$

где $\lambda_{20}(x)$ — концентрационная зависимость теплопроводности при температуре 20 °С.

Ввиду сложности концентрационной зависимости теплопроводности исследованных систем функция $\lambda_{20}(x)$ в диапазоне концентраций 0...3 % представлена в виде

$$\lambda_{20}(x) = \sum_{i=0}^2 a_i x^i, \quad (2)$$

а в диапазоне 3...50 % —

$$\lambda_{20}(x) = \sum_{i=0}^3 b_i x^i. \quad (3)$$

Коэффициенты уравнений (2) и (3) приведены в табл.2 и 3.

Эти уравнения обеспечивают высокое качество описания опытных данных. Среднеквадратическое отклонение расчетных значений теплопроводности водных растворов сахаров и органических кислот от полученных в эксперименте составляет 1,6 %.

Анализ полученного нами экспериментального материала позволил сделать вывод о том, что определяющим критерием для описания теплопроводности плодово-ягодных соков является общее содержание сухих веществ. Следует заметить, что содержание сухих веществ в исследованных нами образцах соков менялось от 10 % для грушевого сока до 21 % для виноградного сока. Согласно полученным на модельным данным о концентрационной зависимости, такое изменение содер-

Концентрационная зависимость
теплопроводности водных растворов

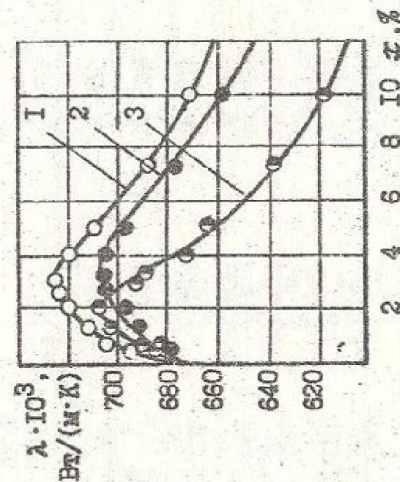


Рис.2

1 — уксусной кислоты
2 — лимонной кислоты
3 — яблочной кислоты

Концентрационная зависимость
теплопроводности водных растворов

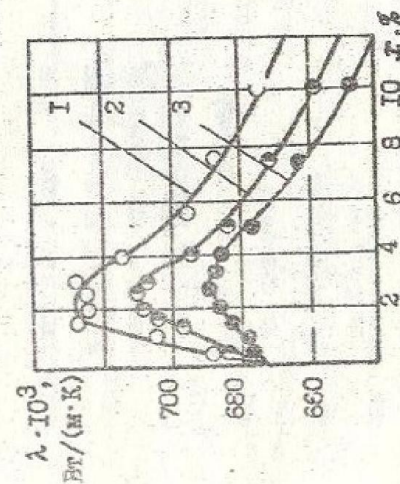


Рис.1

1 — фруктозы
2 — глюкозы
3 — сахарозы

Таблица 2

Коэффициенты уравнения (2)

Наименование раствора	Коэффициенты		
	$a_0 \cdot 10^{-3}$	a_1	a_2
Сахароза-вода	0,640	-37,897	11,130
Фруктоза-вода	0,642	-11,545	2,550
Глюкоза-вода	0,653	-22,797	4,946
Винная кислота-вода	0,654	-25,609	6,340
Ялочная кислота-вода	0,623	2,993	-3,499
Лимонная кислота-вода	0,647	-29,805	7,573
Молочная кислота-вода	0,654	-34,767	8,975
Уксусная кислота-вода	0,689	-58,963	16,131

12

Таблица 3

Коэффициенты уравнения (3)

Наименование раствора	Коэффициенты			
	$b_0 \cdot 10^{-3}$	b_1	b_2	$b_3 \cdot 10^3$
Сахароза-вода	0,643	-5,837	0,129	-1,564
Фруктоза-вода	0,649	-4,299	0,013	-0,081
Глюкоза-вода	0,659	-6,928	0,162	-1,848
Винная кислота-вода	0,666	-7,210	0,110	-1,128
Ялочная кислота-вода	0,647	-11,030	0,245	-2,643
Лимонная кислота-вода	0,645	-8,766	0,226	-2,448
Молочная кислота-вода	0,665	-10,752	0,253	-2,636
Уксусная кислота-вода	0,683	-17,963	0,468	-4,867

13

дания сухих веществ приводит к изменению теплопроводности на 8...15 %. В связи с этим результаты измерений теплопроводности плодово-ягодных соков обрабатаны в виде

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_i^j t^k, \quad (4)$$

где $a_{00} = 0,602$; $a_{01} = 0,177$; $a_{10} = -0,361$; $a_{11} = -0,460$. Отклонения рассчитанных по (4) данных от экспериментальных не превышало 3 %.

Для проверки использования уравнения (4) при расчете концентрированных соков (при x до 75 %) был проведен контрольный эксперимент по теплопроводности концентрированных яблочного и виноградного соков при $x = 50$ и 75 %. Отклонения полученных данных от расчет. по (4) не превышало 3,2 %.

В пятой главе приведены результаты расчетов выпарного аппарата, трубчатой и пластинчатой пастеризационных установок технологических линий сокового производства, расчет холодопроизводительности элемента установки криоконцентрирования плодово-ягодных соков.

Результаты расчетов, приведенные в диссертации, показали, что коэффициенты запаса, заложенные при проектировании теплотехнического оборудования и связанные с отсутствием достоверной исходной информации, в том числе и о свойствах пищевых продуктов весьма велики. Отличие между требуемой поверхностью теплообмена и поверхностью теплообмена в действующем оборудовании достигает 1,5...3,5 раза. Таким образом, очевидна необходимость использования точных исходных данных на всех стадиях расчета и проектирования технологических линий пищевых производств.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Проведена оценка влияния точности исходных данных о теплопроводности на основные параметры тепловых процессов и аппаратов сокового производства. Показано, что наличие достоверных данных позволяет существенно повысить точность расчетов этих процессов на всех стадиях получения, переработки и транспортировки продукции.

2. Разработана методика расчета теплопроводности натуральных плодово-ягодных соков на основе минимальных исходных данных

об их химическом составе. Расчетная методика базируется на обработке и обобщении экспериментальных данных о теплопроводности как самих натуральных соков, так и их физических моделей, представляющие собой водные растворы сахаров и органических кислот. Большая часть опытных данных получена впервые.

3. В результате анализа концентрационной зависимости теплопроводности на моделях жидких пищевых продуктов установлено, что при ее описании для теплопроводности соков в качестве параметра идентификации необходимо использовать общее содержание сухих веществ. Получены аномалии на концентрационной зависимости водных растворов сахаров и органических кислот при небольших концентрациях сухих веществ.

4. Установлена связь концентрационной зависимости теплопроводности со структурой раствора. Выявлены особенности взаимодействия в растворах на молекулярном уровне.

5. Разработана исходная для расчетов тепловых аппаратов соковых производств информация в виде аналитических зависимостей и таблиц теплопроводности для виноградного "Шасла", вино-градного "Каберне", яблочного, клубничного, гранатового и грушевого соков, а также для водных растворов сахарозы, фруктозы, глюкозы, винной, яблочной, лимонной, молочной и уксусной кислот в диапазоне температур 20...90 °C и концентраций 0...50 %. Методика расчета теплопроводности передана во ВНИИ МВ Госстандарта СССР для ее аттестации в качестве рекомендуемой расчетной методики ГСССД.

6. Уточнены расчеты теплообменных аппаратов пастеризационных установок сокового производства и разработана методика расчета холодопроизводительности элемента установки криоконцентрирования.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Состояние и перспективы исследований теплофизических свойств жидких, пюре- и пастообразных пищевых продуктов /В.З. Геллер, А.К. Путаг, Н.А. Аликберов, А.Ю. Афтеньев, В.В. Кравченко //Тезисы Всес. науч. конф. "Проблемы индустриализации общественного питания страны". - Харьков, 1984. - С. 354.

2. Исследование комплекса теплофизических свойств моделей жидких пищевых продуктов /В.В. Кравченко, А.Ю. Афтеньев, Н.А. Аликберов, А.К. Путаг, В.З. Геллер //Тезисы Всес. науч.-техн. конф. "Электрофизические методы обработки пищевых продуктов". - М.: 1985. - С. 258-259.

3. Аликберов Н.А., Путаг А.К., Геллер В.З. Теплопроводности

растительных масел. //Масло-жиров. пром-сть. - 1986. - № 6. - С.10-11.

4. Геллер В.З., Кравченко В.В., Аликберов Н.А. Теплофизические свойства растительных масел //Тезисы Всес. науч.-техн. конф. "Теоретические и практические аспекты интенсификации технологических процессов пищевых производств". - М.: 1986. - С.325.

5. Аликберов Н.А., Ленский Л.Р., Геллер В.З. Теплопроводность водных растворов пищевых кислот и сахаров. - Одесса, 1987. - 46 с. Деп. в АгроНИИТЭИПищепром 12.01.88, № 1719.

Автоматизированный банк данных физико-химических и теплофизических свойств пищевых продуктов и материалов /В.З.Геллер, А.К.Ц.гач, М.П.Телис, Н.А.Аликберов //Тезисы Всес. науч.-техн. конф. "Проблемы индустриализации общественного питания. - Харьков. - 1989. - С.596-597.

