ФОНД СОДЕЙСТВИЯ ИННОВАЦИЯМ

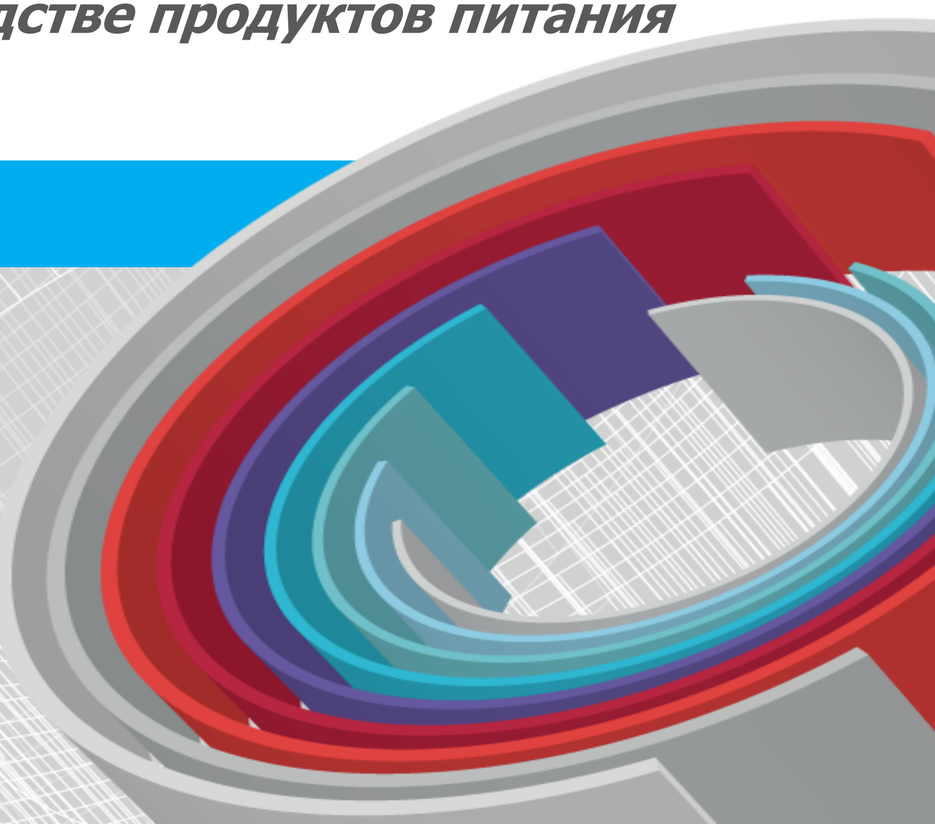
Разработка технологии, повышающей степень резистентности крахмалов к действию амилолитических ферментов для применения в производстве продуктов питания

Номер заявки: **75706**

26.07.2021

Кузина Лидия Борисовна, аспирант 4-го года обучения,
м.н.с. ВНИИК – филиал ФНЦ пищевых систем Горбатова;
н.с. ФГБУН ЦИПБ РАН

Московская область,
Москва



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Наименование НИОКР:	**Разработка технологии, повышающей степень резистентности крахмалов к действию амилолитических ферментов для применения в производстве продуктов питания функционального назначения**
Наименование создаваемого продукта:	1. Технология повышения степени резистентности крахмала - химическая модификация (патент) 2. Технология повышения степени резистентности крахмала - физическая модификация (патент) 3. Крахмал с повышенной долей резистентной и медленно перевариваемой фракции (ТИ и ТУ) 4. Продукт функционального назначения (или повышенной степени резистентности) + Созданный «продукт» - методика по определению степени резистентности крахмалов и крахмалопродуктов
Срок планируемого выхода на рынок:	1 год – июль 2022 года (максимум 2 года)
Потребители создаваемой продукции:	1. Предприятия по производству модифицированных крахмалов (пищевых добавок), 2. Предприятия пищевой промышленности: мясоколбасной, кисломолочной, хлебобулочной, кондитерской, макаронной, напитков. 3. Производство лечебного и профилактического питания, + Фармацевтические предприятия (таблетки-депо, суспендирующие агенты)

НАУКА

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ ИННОВАЦИЯМ

Суть научной новизны продукта:	Фракция РК не переваривается в тонком кишечнике человека, не гидролизуется до глюкозы. Применение крахмалов с высокой долей РК в рецептурах пищевых продуктов снижает калорийность, уменьшает вероятность ожирения и рака толстого кишечника, способствует снижению ГИ продукта и уровня холестерина в крови, обеспечивает увеличение числа бифидо- и лактобактерий. Это средство профилактики колоректального рака, заменитель жира и улучшитель сенсорных свойств изделий, является также улучшителем цвета и текстуры изделий при термической обработке, продляет срок хранения продукции.
Научно-технический и практический задел:	1 аттестованная методика,10 опубликованных статей по МК, 2 заявки на получение патентов. 1) Крахмал и крахмалопродукты. Методика определения степени резистентности крахмала и крахмалопродуктов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии – свидетельство ВНИИМС №МС16/12603 от 20 ноября 2019 г., номер государственной регистрации № 103-201/RA.RU311787-2016/2019, № в Регистрационный номер в Информационном фонде по обеспечению единства измерений: ФР.1.31.2019.35626. диплом РАН, памятный орден X Евраз. экономич. форума молодежи 1-ой ст. 2) Жаркова И.М., Литвяк В.В., Кузина Л.Б., Лукин Н.Д., Способ производства резистентного крахмалопродукта – Патент// Заявка от 23.09.2020. (смесь с пищевыми волокнами), № заявки 2020131359/04(056835) 3) Литвяк В.В., Кузина Л.Б., Лукин Н.Д., Кузьмина Л.Б., Никитина М.Ф., Копыльцов А.А. Способ производства модифицированного крахмала – Патент// Заявка от 15.09.2020.
Планируемая к созданию интеллектуальная собственность:	Патенты : -способ повышения степени резистентности крахмала химической модификацией - способ повышения степени резистентности крахмала физической модификацией - способ получения продукта функционального назначения (или с применением крахмала повышенной степени резистентности)

ХАРАКТЕРИСТИКИ

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ ИННОВАЦИЯМ

Основные характеристики продукта и преимущества перед аналогами

Показатели	Исходный Гороховый «Nastar»	РК-4 КМК гороховый ВНИИК	РК-2 FiberFinn Финляндия	РК-2 Realife Турция	РК-2 Hi-maize 260 Германия
СР (RS) по методике ВНИИК, % $НСР_{0,05}$ = 2,1 %	**19,1**	**74,0**	**26,6**	**21,5**	**По методике Megazyme RS – 38,6**
Динамическая вязкость по Гепплеру, мПа*с и % клейстера	124,4 4 %	3785,84 2 %	12,8 4 %	10,2 4 %	 4 %
Растворимость в воде (орган-ки)	Хорошо растворим в горячей воде	Хорошо растворим в холодной воде	Плохо растворим в горячей воде (выпадает в осадок)	Плохо растворим в горячей воде (выпадает в осадок)	Плохо растворим в горячей воде (выпадает в осадок)
pH (ГОСТ 7698-93)	6,5	7,0	6,3	6,3	
Устойчивость к термоокислению (лит. данные)	~120 ^{0}C	Выше 150 ^{0}C	~120 ^{0}C	~120 ^{0}C	~120 ^{0}C
Стоимость, руб/кг (агросервер.ру)	~75,5 (по курсу евро на 3.08.2021) (30-35)	~ 194 (80-90)	~2000	???	434 (по курсу евро на 3.08.2021)

Крупными предприятиями Российской Федерации, осуществляющими закупки импортных модифицированных крахмалов, являются: АО «Союзснаб», ООО «Рокетт рус», АО «Монди СЛПК», ООО «Банг и Бонсомер».

БИЗНЕС

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ ИННОВАЦИЯМ

Параметр	1-ый год после НИОКР	2-ой год после НИОКР	3-ий год после НИОКР
Оценочный объем рынка (платежеспособного спроса), млн. руб.: V МК = МК имп + МК отеч = 107,5 (67 пищевых) + 40 = 147,5 тыс. в 2018 году в 2018 году на имп. МК было потрачено около 6 706 000 000 руб.	ИМПОРТ МК за 2020 год – 120 млн долларов! Доля на рынке РФ – больше 70%		
Потенциальная доля создаваемого продукта на рынке:	0,5% 302,5 тонн/год РФ 2020 - 60,5 тыс. тонн всего – МК пищевые и не пищевые 48% из них - Амилко	1 % 605 тонн/год Если РФ 2020 - 60,5 тыс. тонн всего – МК пищевые и не пищевые	1,5-2% 1210 тонн/год Если по РФ 2020 - 60,5 тыс. тонн всего – МК пищевые и не пищевые
Выручка от реализации продукции, млн. руб.:	27 225 000 * зависит от стоимости исходного крахмала * если исходная стоимость 50 руб/кг	x2	x2

КОМАНДА

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ ИННОВАЦИЯМ

ФИО	Роль в проекте, должность	Обязанности в проекте	Образование и регалии
Кузина Лидия Борисовна	исполнитель	Разработка технологий, проведение исследований и лабораторных испытаний, написание статей, заявок на патенты, оформление ТУ и ТИ	М.н.с., высшее,магистр почвоведения, аспирант, секретарь ТК-34
Кузьмина Любовь Григорьевна	исполнитель		Н.с. , высшее химическое
Никитина Марина Феликсовна	исполнитель		М. н.с. , высшее химическое
Родионова Анастасия Валериевна	исполнитель		М.н.с., высшее агрохимическое, магистр агрохимии
Лукин Николай Дмитриевич	научный консультант (руководитель)	консультация	Д.т.н., замдиректора по научной работе

КОМАНДА

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ ИННОВАЦИЯМ

2018
Крахмалопродукты функциональн. назнач.: ААА–А17–117120520021–8
Трансформац. к. для получ. модиф. к.: АААА–А17–117120520033
Технологии крахмальн. реагента: договор 14/18 с ООО «АКРОС»
Выработка об-ов фосфатного к.: договор – 19/18 АО «НИИР»
Анализ об-ов: договор с ООО «ЯСТРО»
2019
Обогащ. низкобелков. крахмалопродуктов для б-ных фенилкетонурией. Модиф. к., устойчивый к действию амилолитич. ферментов.
Влияние влаготермомеханич. и химич. воздействия на св-ва тритикалевого к. Ржаной к.: АААА–А19–119080890035–6
Термопластич. к. с пластификаторами. Биополимерн. и биокомпозиц. м-лы из фосфатн. к. Кукурузный катионированный к.: АААА–А19–119080890034–9
Переработка гороха на к. Катионный, набухающ., окисленный и ацетилированный к.: договор 23/19 с ООО «Башкир-агроинвест»
Технологии 5 модиф. к.: договор 28/19 с ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»
Исследование об-ов: договор с ООО «Группа компаний КВОЛИТИ»
Анализ об-ов: договор с ООО «ЯСТРО»
Анализ об-ов: договор с ООО «БФАИ»
Испытание преп.: договор с ООО «Окуловская бумажная фабрика»
Анализ об-ов: договор с АО «НИИР»
Анализ об-ца: договор с ООО «Престиж»
Исследование 5 образцов: договор с 10-19 ООО «Амилко»
Договор 43/19 с ООО «АКРОС»
2020
Продукты пит. б-ных фенилкетонурией. Оптич. св-ва йод-полисахаридов к. Этерификация кукурузн. амилопектин. и пшеничн. к.: АААА–А19–119080890035–6
Получение биоразлаг. м-лов на основе к.. Упаковочн. м-лы. Катионные к. (пшеничный и кукурузный амилопектиновый): АААА–А19–119080890034–9
Переработка гороха на к. катионный, набухающий, окисленный и ацетилированный к.: договор 23/19 с ООО «Башкир-агроинвест»
Анализ об-ов: договор 12-20 с НЦ НВМТ РАН
Анализы об-ов: договор с ООО «Медакс»

БЛАГОДАРЮ ЗА ВАШЕ ВНИМАНИЕ!

Хотелось бы выразить благодарность научным руководителям Николаю Дмитриевичу Лукину, Евгении Кузьминичне Коптеловой, научным сотрудникам Калининой Тамаре Григорьевне, Зинаиде Михайловне Бородиной, Владимиру Георгиевичу Гольдштейну, Папахину Александру Алексеевичу, Ларисе Владимировне Адикаевой, Лилии Петровне Носовской, Евгении Владимировне Голионко, Владимиру Георгиевичу Костенко, Аслану Сергеевичу Сарджвиладзе , Татьяне Николаевне Шугаевой, Петру Юрьевичу Варитцеву, Василию Аркадьевичу Бызову, Борису Копыльцову, Марине Леонидовне Соколовой, Оксане Михайловне Карасевой, Дание Мустафиевне Пихало, Лидии Степановне Соломиной, Дмитрию Анатольевичу Соломину, Ивану Сергеевичу Усачеву, Светлане Тарасовне Быковой, всем остальным сотрудникам ВНИИ крахмалопродуктов!

ФНЦ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ им. В.М. ГОРБАТОВА РАН

ВНИИ КРАХМАЛОПРОДУКТОВ

Сайт: www.arrisp.ru

Е-мейл: lidia.b.kuzina@mail.ru; kulibo.kavai@yandex.ru

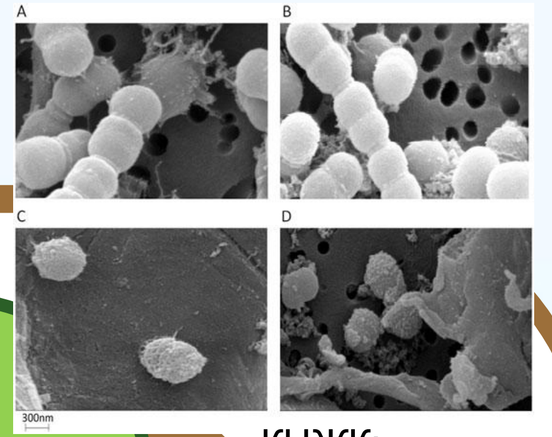
Телефон:+7 (916) 8871497

Актуальность проекта

РЕЗИСТЕНТНЫЙ КРАХМАЛ

Topping D.L., Clifton P.M. модифицированная

Микрофотографии грамположительных неподвижных анаэробных аспорогенных бактерий рода Ruminococcus, выращенных на целлобиозе: (A) 007C, (B) 007S; на целлюлозе: (C) 007C, D) 007S (Vodovnik M. и другие, 2013)



Проблемы

– нет четкого понятия РК, из-за этого часто его путают с диетической клетчаткой. РК – одна из составляющих диетической клетчатки, **РК ≠ Диетическая клетчатка!!!**

– нет разделения крахмалов на РК и не РК,

– нет методики определения РК. В мире нет единой методики.

– нет внедрения технологий, все остается на лабораторном уровне,

– нет четкой системы – разрозненность проводимых во всем мире исследований.

ТР Таможенного союза 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»

17 разрешенных модифицированных крахмалов: Е1400 - Декстрины, крахмал, обработанный термически, белый и желты; Е1401 – Крахмал, обработанный кислотой; Е1402 – Крахмал, обработанный щелочью; Е1403 – Крахмал отбеленный; Е1404 – Крахмал окисленный; Е1405 – Крахмал, обработанный ферментами; Е1410 – Монокрахмалфосфат; Е1412 – Дикрахмалфосфат; Е1413 – Фосфатированный дикрахмалфосфат; Е1414 – Дикрахмалфосфат ацетилированный; Е1420 – Крахмал ацетилированный; Е1422 – Дикрахмаладипат ацетилированный; Е1440 – Крахмал оксипропилированный; Е1442 – Дикрахмалфосфат оксипропилированный; Е1450 – Эфир крахмала и натриевой соли октенилянтарной кислоты; Е1451 – Крахмал ацетилированный окисленный; Е1452 – Крахмала и алюминиевой соли октенилянтарной кислоты эфир.

Проблемы

АРБИТРАЖНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КРАХМАЛОВ И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ AOAC 2002.02

Методика	AOAC 2002.02 (Megazyme RS, ред. 2019)
Ферменты	Панкреатин+АМГ
Время инкубации образцов	16 ч при 37^{0}С
Масса образца	100±5 мг
Метод определения	По глюкозе в негидролизованной фракции - в осадке. Осадок растворяется 2 М КОН, Спектрометрически

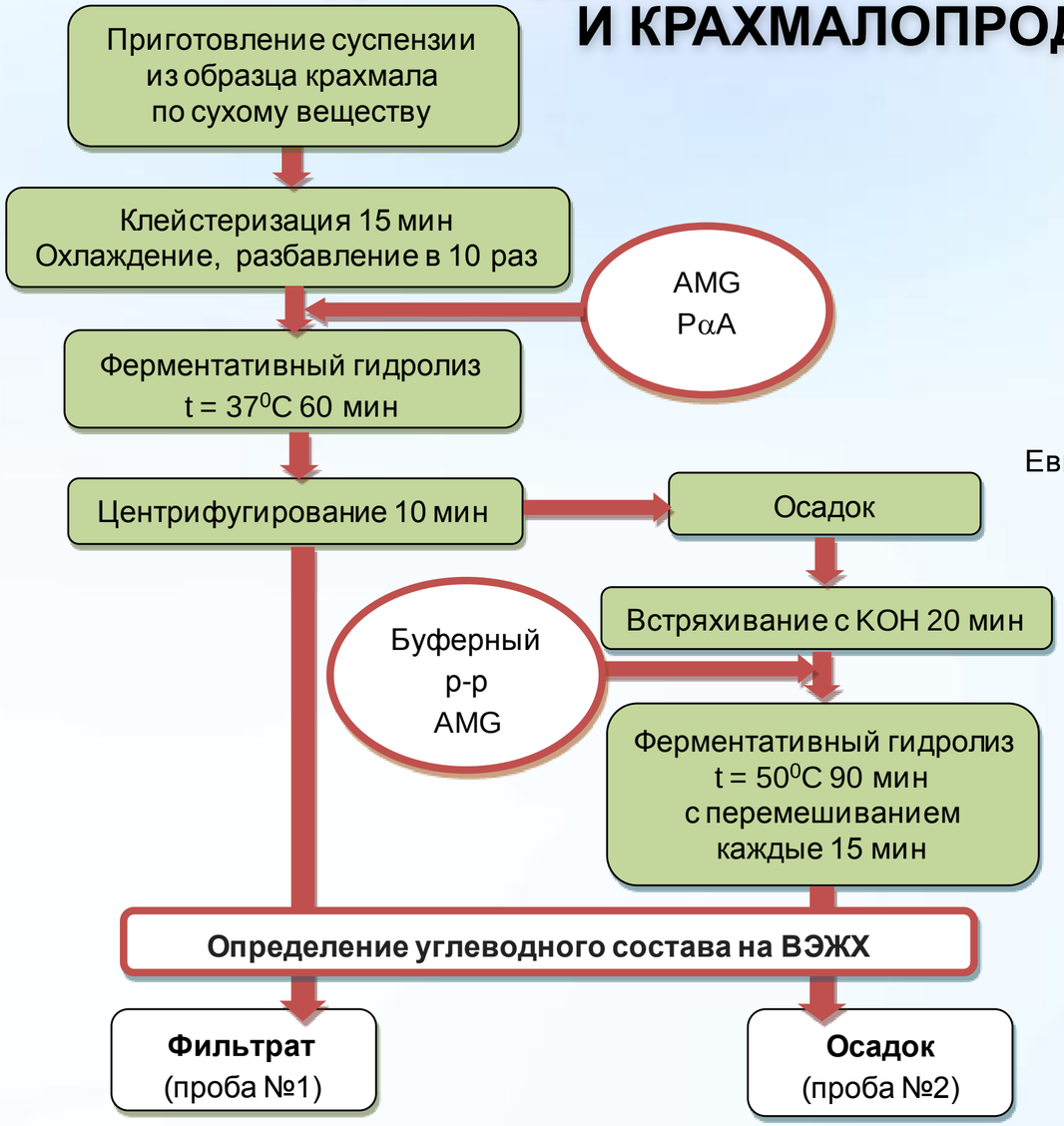
1.панкреатическая α-амилаза,
2.амилоглюкозидаза,
3.буферный раствор
4.(GOPOD-р-гидробензойная кислота+азид натрия), глюкооксидаза+пероксидаза+4-аминоантиперин,
5.D-глюкозы стандартный раствор,
6.контрольный раствор РК

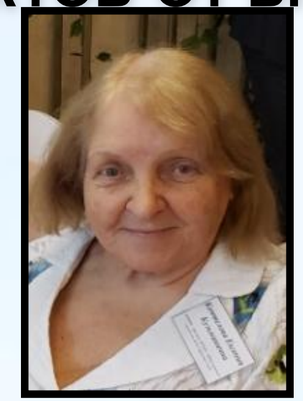
Барри В. МакКлиари
Профессор, д-р с.-х. наук
Ирландия

ВРЕМЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ 16,5 ЧАСОВ

Решение

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КРАХМАЛОВ И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ ОТ ВНИИК





Евгения Кузьминична Коптелова, к.т.н.

Любовь Григорьевна Кузьмина, н.с.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ВНИИМС

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

119361, Москва, ул. Озерная, 46 Факс: 8 (495) 437 56 66 E-mail: office@vnims.ru

ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»

СВИДЕТЕЛЬСТВО

ОБ АТТЕСТАЦИИ МЕТОДИКИ (МЕТОДА) ИЗМЕРЕНИЙ

№ 103-201/RA.RU311787-2016/2019

Методика измерений степени резистентности крахмала и крахмалопродуктов
наименование измеренной величины
методом высокоэффективной жидкостной хроматографии,
объект, метод
разработанная ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
(140051, Московская обл., Люберецкий р-н, пос. Красково, ул. Некрасова, д. 11)
и регламентированная в документе: «Крахмал и крахмалопродукты. Методика определения степени резистентности методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»
утвержденном в 2019 г. и содержащем 18 стр.,
обозначение и наименование документа

аттестована в соответствии с приказом Минпромторга России от 15.12.2015 г. № 4091 «Об утверждении Порядка аттестации первичных референтных методик (методов) измерений, референтных методик (методов) измерений и методик (методов) измерений и их применения», ГОСТ Р 8.563-2009 «ГСИ. Методики (методы) измерений»

Аттестация осуществлена по результатам теоретических и экспериментальных
вид работ: метрологическая экспертиза материалов по разработке методики измерений,
исследований методики измерений
теоретическое или экспериментальное исследование методики измерений, др. виды работ

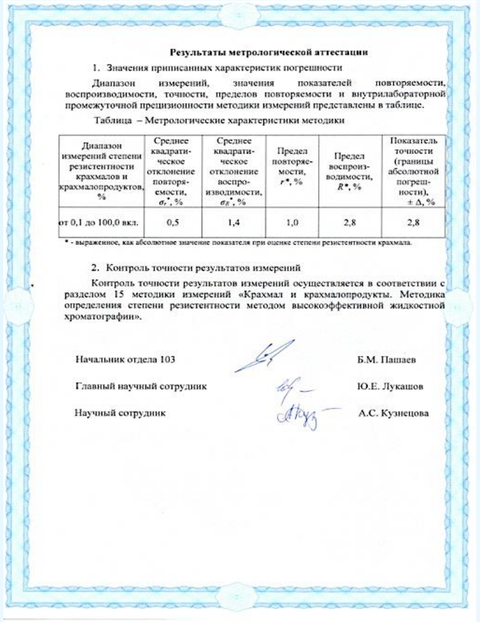
В результате аттестации установлено, что методика измерений соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает основными метрологическими характеристиками, приведенными на оборотной стороне настоящего свидетельства.

Первый заместитель директора по науке Ф.В. Булыгин

Начальник отдела 103 Б.М. Пашаев

«20» ноября 2019 г.

МС16/ 12603



Результаты метрологической аттестации

1. Значения приписанных характеристик погрешности

Диапазон измерений, значения показателей повторяемости, воспроизводимости, точности, пределов повторяемости и внутрилабораторной промежуточной прецизионности методики измерений представлены в таблице.

Таблица – Метрологические характеристики методики

Диапазон измерений степени резистентности крахмалов и крахмалопродуктов, %	Среднее квадратическое отклонение повторяемости, σ_r^*, %	Среднее квадратическое отклонение воспроизводимости, σ_R^*, %	Предел повторяемости, r^*, %	Предел воспроизводимости, R^*, %	Показатель точности (границы абсолютной погрешности), ± Δ, %
от 0,1 до 100,0 вкл.	0,5	1,4	1,0	2,8	2,8

* - выраженное, как абсолютное значение показателя при оценке степени резистентности крахмала.

2. Контроль точности результатов измерений

Контроль точности результатов измерений осуществляется в соответствии с разделом 15 методики измерений «Крахмал и крахмалопродукты. Методика определения степени резистентности методом высокоэффективной жидкостной хроматографии».

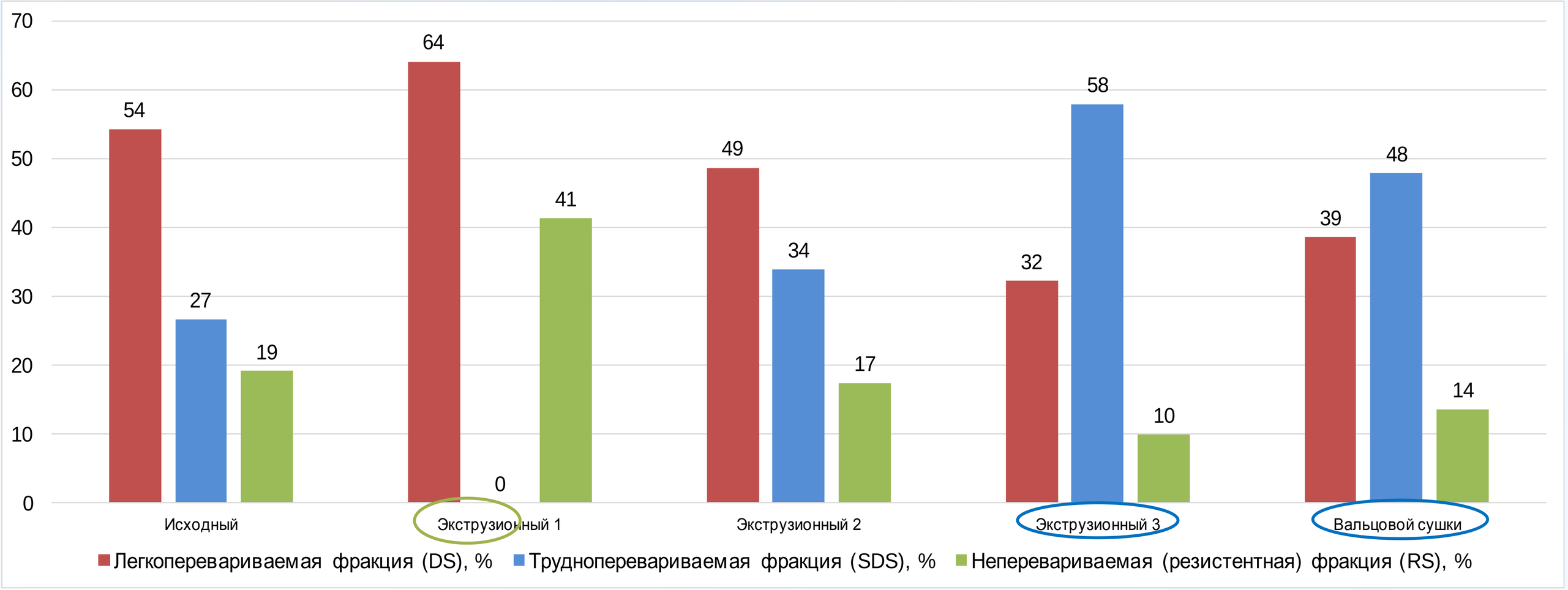
Начальник отдела 103 Б.М. Пашаев

Главный научный сотрудник Ю.Е. Лукашов

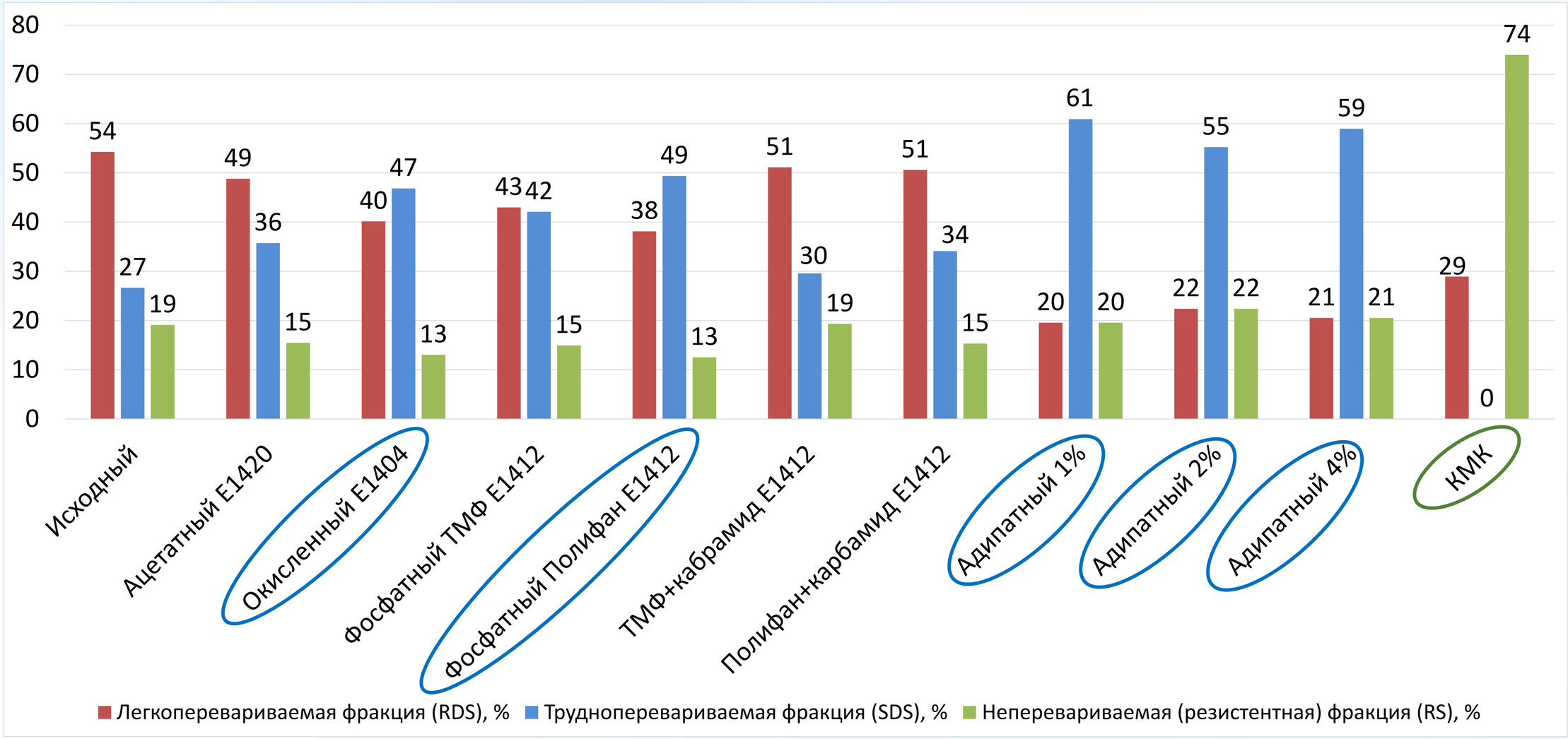
Научный сотрудник А.С. Кузнецова

ВРЕМЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ 4,5 ЧАСА

Физические способы повышения SDS и RS (ВНИИК)



Химические способы повышения SDS и RS (ВНИИК)



Сравнительная таблица физико-химических и реологических свойств химических модификаций горохового крахмала

Крахмалы	RS (СР), % $НСР_{0,05}$ = 1,9 %	Динамическая вязкость по Гепплеру, мПа*с и концентрация клейстера	Растворимость в воде (органолептически)	pH (ГОСТ 7698-93)	Устойчивость к термоокислению (лит. данные)	Стоимость, руб/кг (агросервер.ру)
Нативный гороховый	**19,1**	124,4 4 %	Хорошо растворим в горячей воде	6,5	~120 ^{0}C	~80
Ацетатный Е1420	**15,5**	40 6 %	Хорошо растворим в горячей воде	6,0	~150 ^{0}C	~100-160
Окисленный Е1404	**13,0**	35 с 8 %	Хорошо растворим в горячей воде	6,0	~150 ^{0}C	~100-160
Фосфатный ТМФ Е1412	**14,9**	36,63 4 %	Хорошо растворим в горячей воде	7,5	~150 ^{0}C	~100-160
Фосфатный Полифан	**12,5**	16 4 %	Хорошо растворим в горячей воде	7,5	~150 ^{0}C	~100-160
ТМФ +кабрамид	**19,3**	10 4 %	Хорошо растворим в горячей воде	7,0	~150 ^{0}C	~100-160
Полифан +карбамид	**15,3**	12 4 %	Хорошо растворим в горячей воде	7,0	~150 ^{0}C	~100-160
КМК	**74,0**	3785,84 2 %	Хорошо растворим в холодной воде	7,0	Выше 150 ^{0}C	~180-280