интенсив
Архипелаг
2121

АГЕНТСТВО СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИНИЦИАТИВ
20.35 УНИВЕРСИТЕТ
ПЛАТФОРМА НТИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кузьмина Любовь Григорьевна, н.с. ВНИИК - филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова

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

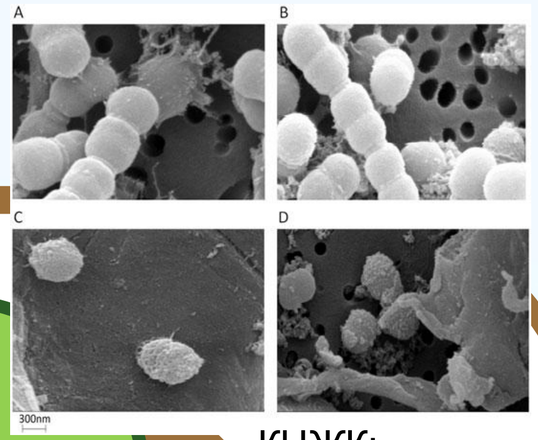
Московская область,
Москва

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)



Глюкоза

Легко-перевариваемый крахмал (SDS)

Трудно-перевариваемый крахмал (SDS)

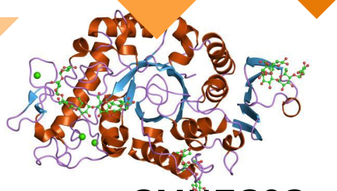
Продукты питания

Крахмал и диетическая клетчатка

АМГ

Слюнной железы

РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ



α-амилаза

Поджелудочной железы

ТОНКИЙ КИШЕЧНИК

По данным Еврокомиссии, калорийность РК 2 ккал/г,

3,44 ккал/г у пшеничного и 3,64 ккал/г у пшеничной муки, 3,57 ккал/г – картофельного, 3,81 ккал/г – кукурузного крахмалов.

Резистентный крахмал (RS), фруктан, ФОС

Микрофлора

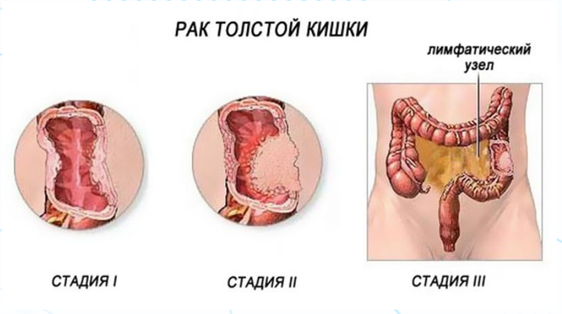
КЦЖК:
+ ацетатная
+ пропионовая
+ масляная

Пребиотический эффект

pH

ТОЛСТЫЙ КИШЕЧНИК

Актуальность проекта



В мире около 2 миллиардов человек имеют избыточный вес, и свыше 600 тысяч страдают ожирением (ВОЗ). В России почти каждый 4-ый (23%) имеет ожирение, а примерно каждый 2-ой избыточный вес (по данным Минздрава).

ВОЗ: среднее число калорий потребляемых человеком в сутки 15 лет назад – 2 900 ккал, сейчас – 3 400 ккал!!!!

Более 422 миллионов человек страдают сахарным диабетом (ВОЗ).
На данный момент (2021 год) в России предположительная распространенность 5,7%, численность больных - около 9 миллионов (по данным Росстата).

Рабочая группа Международного агентства по изучению рака отнесла **красное мясо ко второй А группе канцерогенов**, а **продукцию мясопереработки** (ветчина, салями, бекон, сосиски, мясные консервы, солонина) **к канцерогенам первой группы, вызывающим рак толстого кишечника**.
Департамент здравоохранения рекомендовал сократить потребление красного мяса и мясоколбасных изделий до 70 г/сут.
Каждое превышение нормы на 50 г/сут., повышает вероятность рака на 18 %.

Высокая доля импортных модифицированных крахмалов – 73% (больше 107,4 тыс. тонн), больше половины из них пищевые, огромные затраты на покупку, трата времени на транспортировку!

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,

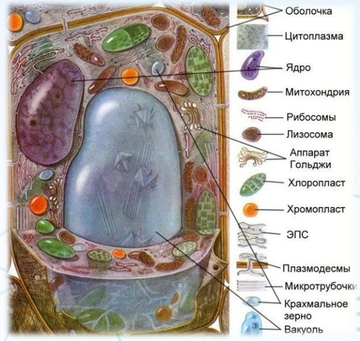
– нет четкой системы – разрозненность проводимых во всем мире исследований.

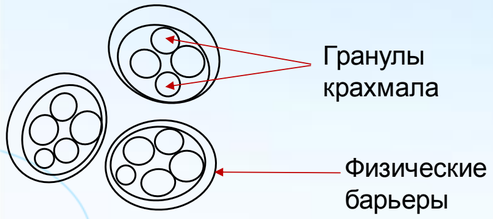
ТР Таможенного союза 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»

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.

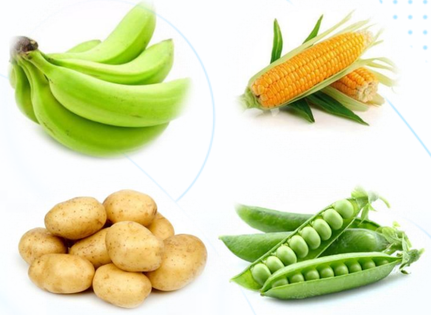
Проблемы

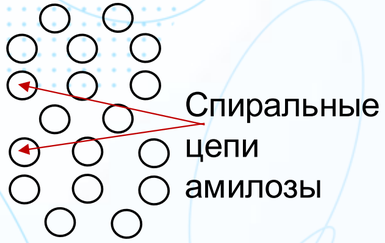
Тип I ($РК_1$) – крахмал недоступный для пищеварительных ферментов (клеточные стенки, белковые матрицы)





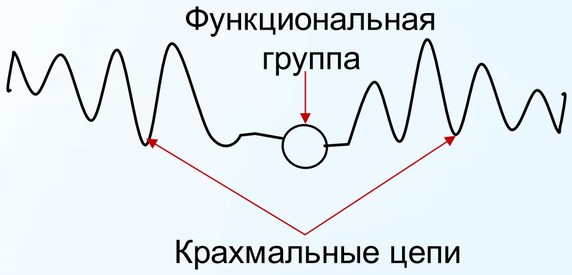
Тип II ($РК_2$) – нативный крахмал из картофеля, зеленых бананов и высокоамилозные кукурузные, гороховые крахмалы



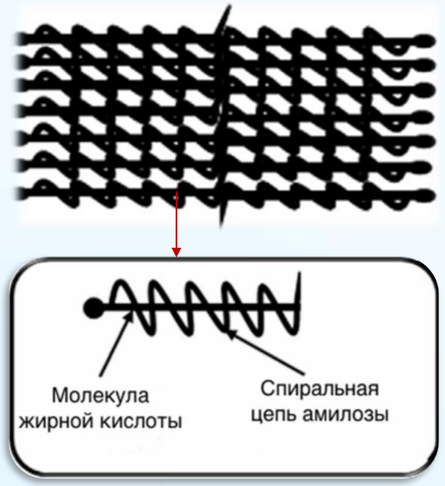


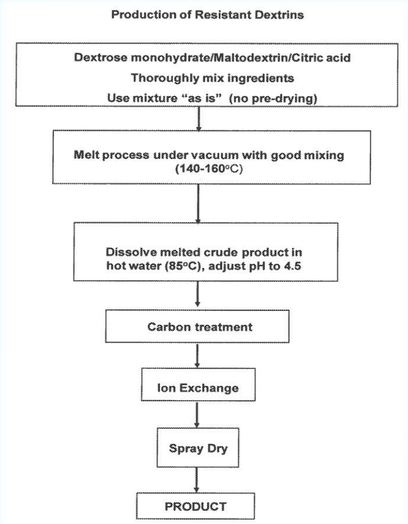
Тип III ($РК_3$) – ретроградированный крахмал в (экструдат или крахмальный клейстер полукристаллической структуры)

Тип IV ($РК_4$) – химически модифицированные крахмалы



Тип V ($РК_5$) – амилоза+липид комплексы и устойчивый мальтодекстрин





Проблемы

Краткая характеристика импортных крахмалопродуктов (пищевая ценность на 100 г)

Кукурузный крахмал с естественно высоким содержанием устойчивого крахмала

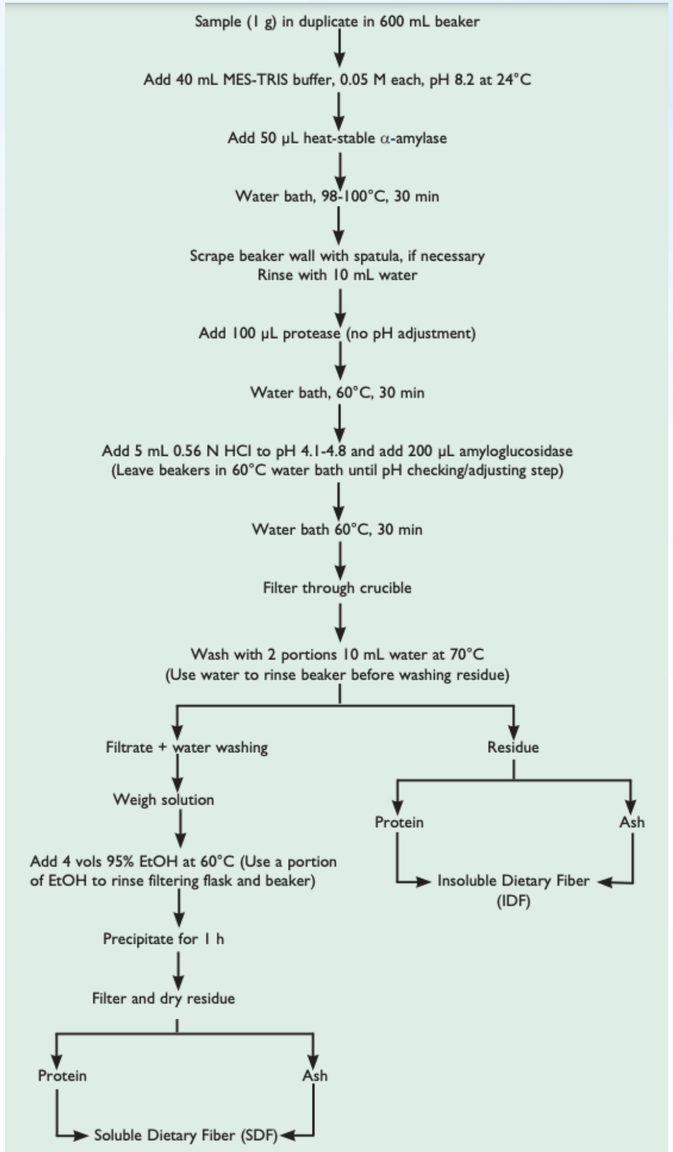
Энергетическая ценность	1029 кДж/ 246 ккал
Жиры	1 г
Углеводы	31 г
Сахара	0 г
Клетчатка	56 г
Белок	1 г

Резистентный крахмал (RS4) – произведен из мягких сортов пшеницы высшего сорта.

* Содержание клетчатки в пересчете на сухое вещество 99,7%

Показатель	Количество +ед. измерения	Методика
Всего растворимых и нерастворимых пищевых волокон	86,36 г	AOAC 991.43
Растворимое диетическое волокно	<0,65 г	AOAC 991.43
Нерастворимое диетическое волокно	86,36 г	AOAC 991.43
Жир	0,1 г	
Белок	0,4 г	
Углеводы	0	
Диетическое волокно	86,36 г	
Влажность	13-14 г	
Энергитическая ценность	175 ккал	

НЕ ПУТАТЬ!!! АРБИТРАЖНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИЕТИЧЕСКОЙ КЛЕТЧАТКИ AOAC 991.43



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

AOAC 991.43 позволяет определить массовую долю общей клетчатки, пищевые волокна, растворимые в воде, но нерастворимые в 78% водном этаноле = высокомолекулярные растворимые пищевые волокна (SDF) и нерастворимые пищевые волокна (IDF).

Термин «диетическая клетчатка» был введен Hipsley в 1953 году – неперевариваемые части (вещества) растения, составляющие клеточную стенку растений, в том числе целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин. Это определение было расширено Trowell et al. в 1972 году и усовершенствовано в 1976 году, а теперь оно основывается на неперевариваемости и устойчивости к пищеварению в тонком кишечнике человека и включает неперевариваемые полисахариды, такие как смолы, целлюлоза, слизи и пектин, резистентный

ВРЕМЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ 8-8,5 ЧАСОВ (ИЗ-ЗА ЗОЛЫ)

Проблемы

АРБИТРАЖНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КРАХМАЛОВ И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ АОАС 2002.02

Методика	АОАС 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

Приготовление суспензии из образца крахмала по сухому веществу

↓

Клейстеризация 15 мин
Охлаждение, разбавление в 10 раз

AMG
PαA

↓

Ферментативный гидролиз
t = 37^{0}C 60 мин

↓

Центрифугирование 10 мин → Осадок

↓

Встряхивание с КОН 20 мин

Буферный р-р AMG

↓

Ферментативный гидролиз
t = 50^{0}C 90 мин
с перемешиванием
каждые 15 мин

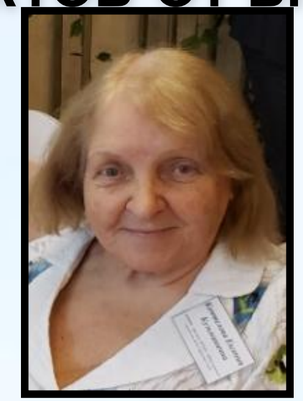
↓

Определение углеводного состава на ВЭЖХ

↓

Фильтрат (проба №1)

Осадок (проба №2)



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@vniims.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 измеряемой 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

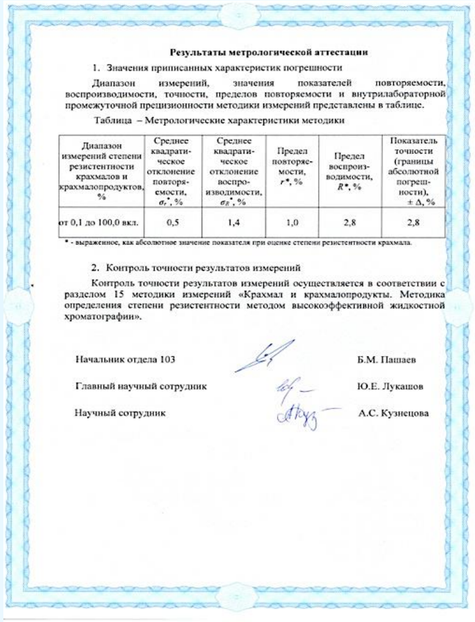
В результате аттестации установлено, что методика измерений соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает основными метрологическими характеристиками, приведенными на оборотной стороне настоящего свидетельства.

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

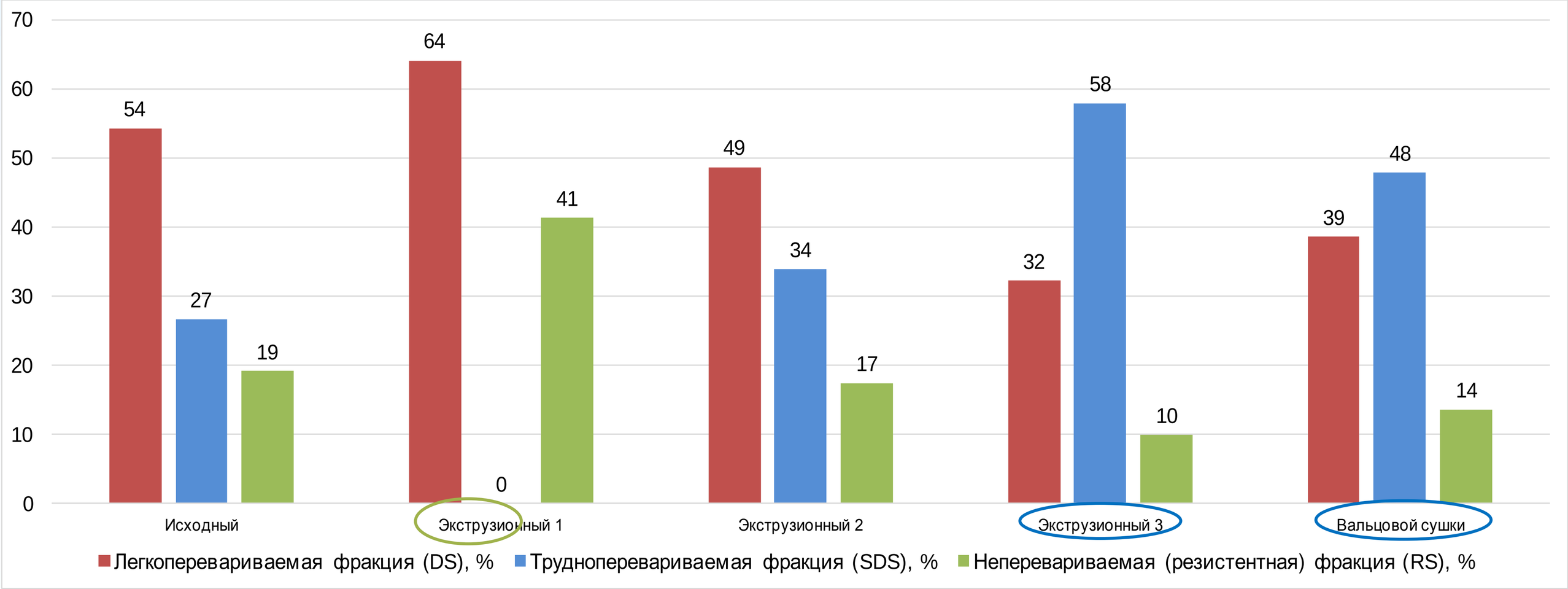
ВРЕМЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ 4,5 ЧАСА

Решение

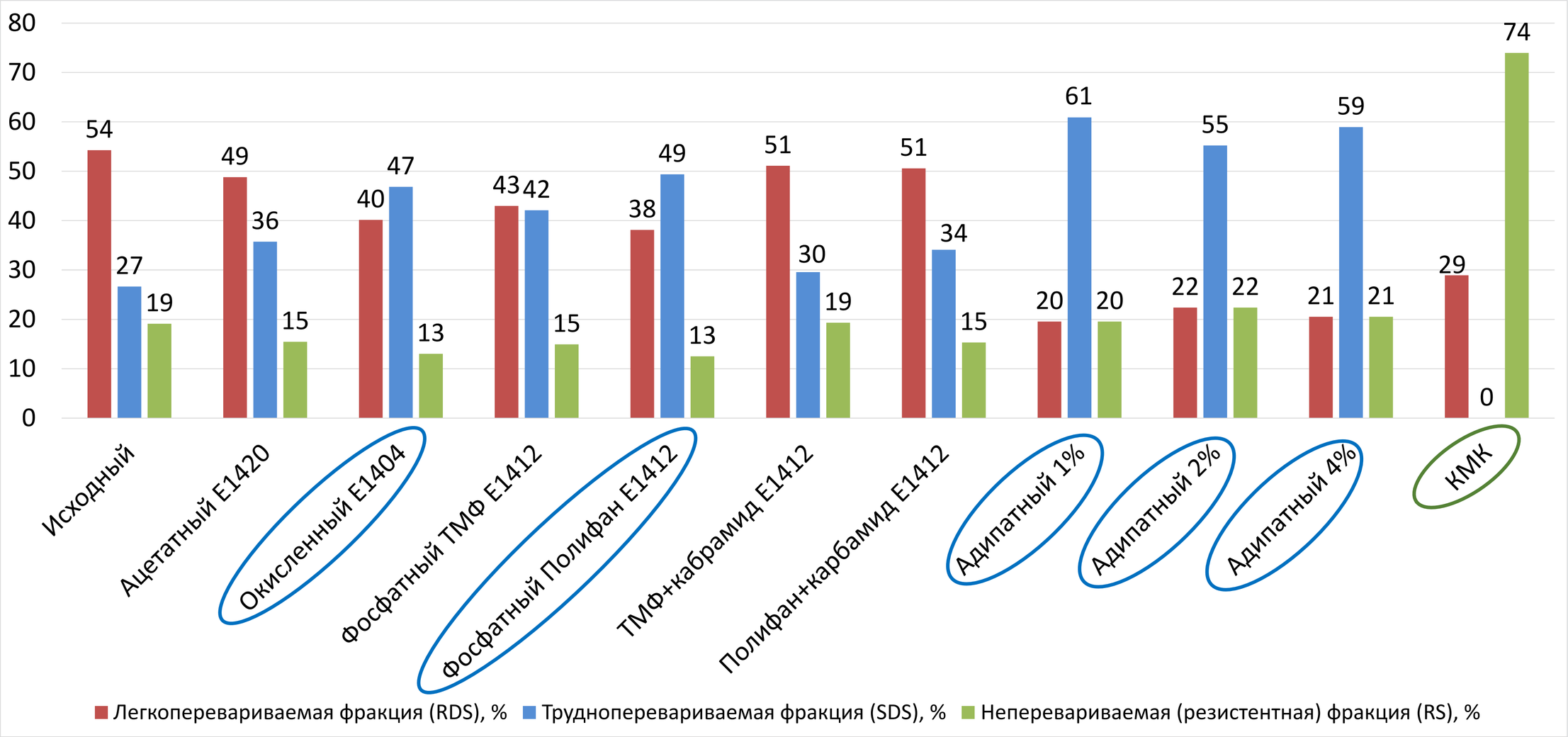
Методика	Ферменты	Время инкубации образцов	Масса образца	Метод определения
AOAC 2002.02/ Megazyme RS	Панкреатин+ Амилоглюкозидаза	16 ч при 3^{70}C	100±5 мг	Содержание глюкозы в негидролизованной фракции - в осадке. Осадок растворяется 2 М КОН , Спектрометрически
Метод Инглиста	Пепсин – 30 минут, Панктеатин +амилоглюкозидаза +инвертаза 120 мин	150 мин при 37^0C	700-900 мг по сухому веществу	Количество глюкозы высвобождаемое при инкубации в течении 120 мин вычитается Спектрометрически
Панкреатин-гравиметри-ческий	Панкреатин +пуллуназа (+пережевывание – метод Акерберга)	16 ч при 37^0C	1 г	Разница в весе образца до и после гидролиза, Гравиметрический
Метод Гони	Пепсин – 60 мин при 40^0C Панкреатин 16 ч при 37^0C	17 ч	100 мг	Как Megazyme RS
Метод ВНИИК	панкреатическая α-амилаза+α-амилоглюкозидаза при 37^0C 60 мин, α-амилоглюкозидаза при 50^0C 90 мин	2,5 часа	1 г по сухому веществу	Хроматографический (ВЭЖХ)

Решение

Физические способы повышения SDS и RS (ВНИИК)



Решение Химические способы повышения SDS и RS (ВНИИК)



Конкуренты

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)

Рынок и предприятия

+ Предприятия крахмалопаточной отрасли, заводы по производству модифицированных крахмалов,

+ Производства продуктов питания: мясоколбасных, молочных, кисломолочных, хлебобулочных, кондитерских и детского питания,

+ Фармацевтические компании,

+ Научно-исследовательские институты и лаборатории.

Партнерам

- ✓ Методика и технологии
- ✓ Доработка технологий и методики под условия заказчика, партнеров,
- ✓ НД (ТУ,ТИ) на выпуск модифицированных крахмалов с высокой долей SR и SDS,
- ✓ Анализ продукции на основе методики ВНИИК,

  Оформление патентов,
- ✓ Разработка рецептур и НД на продукты с низким гликемическим индексом.

Плюсик к конкурентноспособности ^_^

От Партнеров

- ✓ Оборудование (в лизинг, аренду): ЯМР-спектрометр, ИК-спектрометр, электронно-сканирующий микроскоп, ВЭЖХ
- ✓ Исходное сырье – нативные крахмалы
- ✓ Амилолитические ферменты
- ✓ Химические реактивы и реагенты

Планы

+ Привлекать предприятия – популяризировать институт и тематику,

+ Испытания имеющихся образцов (ФИЦ питания),

+ Испытания разработанных технологий в производственных условиях,

+ Апробация методики в производственных и лабораторных условиях (ТД «ППИ Ярмарка») и ее расширение – использование другой приборной базы,

+ Оформление патентов,

+ Найти необходимое оборудование,

+ Включение в ГОСТ 32903-2014 понятия РК,

+ Включение в ГОСТ 7698-1993 метода анализа,

+Разработка рецептур и НД на продукты с низким гликемическим индексом,

+ Снижение доли МК на рынке РФ

Наша команда – сотрудники отдела технологии модифицированных крахмалов ВНИИК

ФИО	Образование и регалии
Кузина Лидия Борисовна	М.н.с., высшее,магистр почвоведения, аспирант, секретарь ТК-34
Кузьмина Любовь Григорьевна	Н.с. , высшее химическое
Никитина Марина Феликсовна	М. н.с. , высшее химическое
Родионова Анастасия Валериевна	М.н.с., высшее агрохимическое, магистр агрохимии
Лукин Николай Дмитриевич	Д.т.н., замдиректора по научной работе

Участие в других проектах -ГосНИР, контракты

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»

Профессиональные достижения

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.

1.О примен. резистент. крахм. при изгот. мясных изделий//Все о мясе.2020.№5S.С.173-181.
2.Влияние вида исходн. сырья на физико-химич. и реологич. св-ва набухающих к.//Южно-Уральск. вестник, сер.Пищевые и биотехнологии. 2020.Т.8 №3.С.21-29.
3.Использ. крахмала и сахаросодержащ. в-в в комплексе вспомогат.ингредиентов отеч. и зарубежн. фармпроизводителей//Бюллет. науки и практики.2020.№11.С.132-141.
4.Влияние технологич. парам. катионизации на степень замещ. гидроксильн. групп кукурузн. катионного к., получ. методом волнов. перемеш.//Достиж. науки и техники АПК.2020.№10.С.102-105.
5.Синтез поперечносшитых высокозамещ. катионных к. и исследование их термоокислит. стабильности в модельн. среде//Достиж. науки и техники АПК.2020.Т.34.№11.С.104-110.
6.Резистент. к. как функциональн. ингред. хлебобулочн. и кондит. изделий//Сб. междунар. молодёжн. конф.ВНИИХП.2020.С.338-350.
7.Методы определ. и способы повыш. степени резистент. к.// Перспектив. исслед. и нов. подходы к пр-ву.Углич.2018.С.171-177
8.Изучен. резистент. к. и их модификации//ХЕвразийский экономич. форум молодежи «Россия-Азия-Африка-Латинская Америка:Экономика взаимн.доверия»16-19 апреля 2019 https://www.usue.ru/public/files/2019/April/%d0%9e%d0%91%d0%a9%d0%90%d0%af%20%d0%95%d0%ad%d0%a4%d0%9c%202019.pdf
9.Измен. физико-химич. и реологич. св-в кукурузн. крахм. в процессе катионирования с примен. метода нелинейного волнов. диспергирования//Достиж.науки техники АПК.2019.Т.33.№9.79-82.
10.Изменение кач-ва продукции в длит. полев. опыте «СШ № 5 модиф.» отдела длит. полев. опытов ВНИИА//Сб.научн.тр.XII Междунар. научн.-практ.конф. 2018.С.164-172.
11.О разработке и апробации методики описания измен. форм и биодоступн. меди и цинка при длит. примен. удобрений//Сельское хоз-во. 2018.№ 1.С.1-48.
12.Измен. форм и биодоступн. меди и цинка при длит. примен. удобр.//Бюллет.науки и практики.2018.№7.92-119
13.Актуальн. сост. изуч. измен. форм и биодоступн. меди и цинка в системе «почва - раст.//Бюллет. науки и практики.2018.№7.120-152
14.Симуляц. обучение при подготовке кадров высшей квалиф. и в дополнительном проф.образовании: К вопросу о дефинициях и структуре процесса//Соврем.обр-ние.2018,№2.С.118-139
15.От длительного опыта СШ 5 к длительному опыту СШ 5 М: Изменения агрохимических свойств почвы и качество продукции//Сельское хоз-во.2017.№4.С.1-76.
16.История управления земельными ресурсами и растительным миром:Что мы берем в будущее?//В мире научн. открытий.Т.9,№ 4-2,2017.С.235-255.
17. Изменение форм биодоступности меди и цинка при длительном применении удобрений (постановка опыта)//В мире научн.открытий.Т.9,№ 4-2,2017.С.224-235.
18.Гипермикроэлементоз меди, цинка и кобальта у растений, животных и человека// В мире научн. открытий.Т.9,№ 4-2,2017.С.205-224.
19.Heavy metals in the recultivated of the non-black Zone (Russian Federation): Accumulation and Threats//Mind technologies: Retrospective and perspective.Prague,2017.P.79-83.
20. Поглощение метана пахотными почвами: зависимость от факторов среды и региональные оценки//Итоги науки в теории и практике. М.,2017.С.211-215.
21.Питание и защита растений при возделывании капусты пекинской//В мире научн.открытий.№ 5-2 (77),2016,2016.169 с.С.100–109
22.О выращивании пекинской капусты на дерново-подзолистых почвах средней полосы России в открытом грунте в опытных условиях//Научно-исследоват.публикации.№2(34).2016.С.73–85.
23.Влияние доз азота на продуктивность пекинской капусты гибрида F1 «Нежность»// Секция 6. Овощеводство, плодоводство, виноградарство/С-х.науки и агропром. комплекс на рубеже веков: Сб.мат.XIVМеждунар.научно-практич.конф.Новосибирск,2016.156 с.С.61-67.
24.К вопросу о технологиях выращивания и оптимальных дозах минеральной подкормки пекинской капусты на дерново–подзолистых почвах средней полосы (на прим.отеч. гибрида F1 «Нежность»)//Бюллет. науки и практики.№4, 2016.562 с.С.136-144.
25.Водопотребление плодовых и ягодных культур//Сборник студенческих научных работ.Вып.19:Мат.Международной студенч. научн.-практ.конференции.2014.185 с.
26.Определение наличия и активности фермента каталаза в растениях (в клубнях, плодах, элементах цветка, стеблях, листьях)//Междунар. студ. научн. конф.XLIX(шк. секция).Новосибирск,2011.С.46-47.

БЛАГОДАРИМ 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

Сайт: www.arrisp.ru

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

Телефон:+7 (916) 8871497