

# Переработка картофеля на крахмал, использование вторичных ресурсов производства картофельного крахмала и картофелепродуктов, проблемы и решения.

**ГОЛЬДШТЕЙН ВЛАДИМИР ГЕОРГИЕВИЧ**  
зав. отделом переработки крахмалосодержащего сырья,  
ведущий научный сотрудник, к.т.н.

## Конференция «Переработка картофеля и овощей - драйвер развития отрасли»

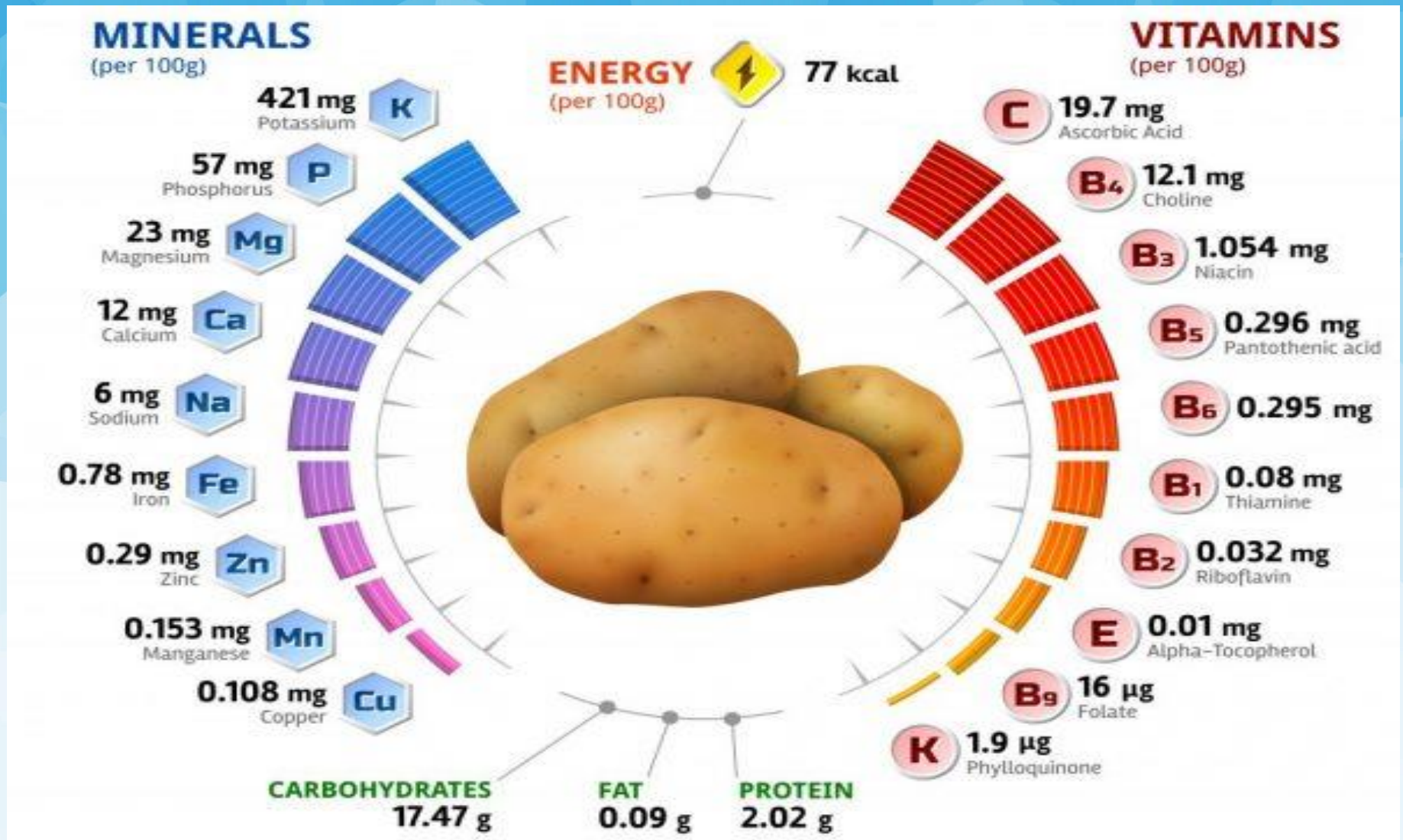
МВЦ «Крокус Экспо», павильон  
№3, выставочный зал 15  
24 января 2024 года



**В 2023 году в России планируется собрать 8,4 млн т картофеля, заявил замминистра сельского хозяйства Андрей Разин на заседании в Совфеде, передает «Интерфакс». По его словам, это максимальный показатель за последние 30 лет и на 15% выше уровня 2022 года**



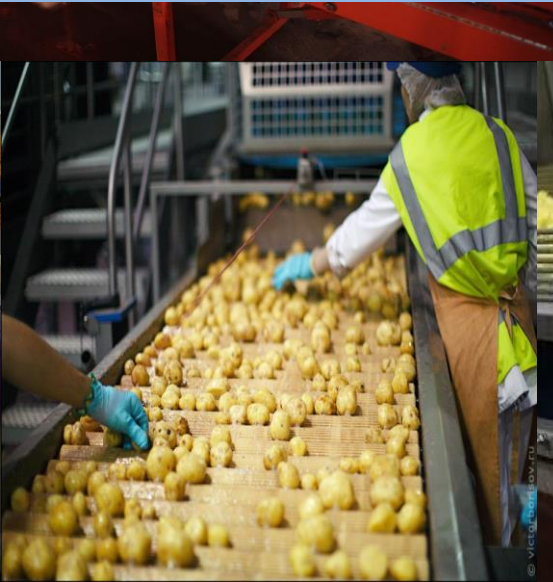
## Картофель, как сырье для переработки







**Переработка картофеля — гарантированный и понятный рынок сбыта и стабильные цены для производителей сырья, высокая рентабельность для переработчиков, а также значительный экспортный потенциал**





## Для производства 1 т крахмала требуется



**Картофель**

**5,1 т**

**0,14 га**



**Кукуруза**

**1,5 т**

**0,25 га**



**Пшеница**

**1,6 т**

**0,32 га**



# Перспективы производства картофельного крахмала



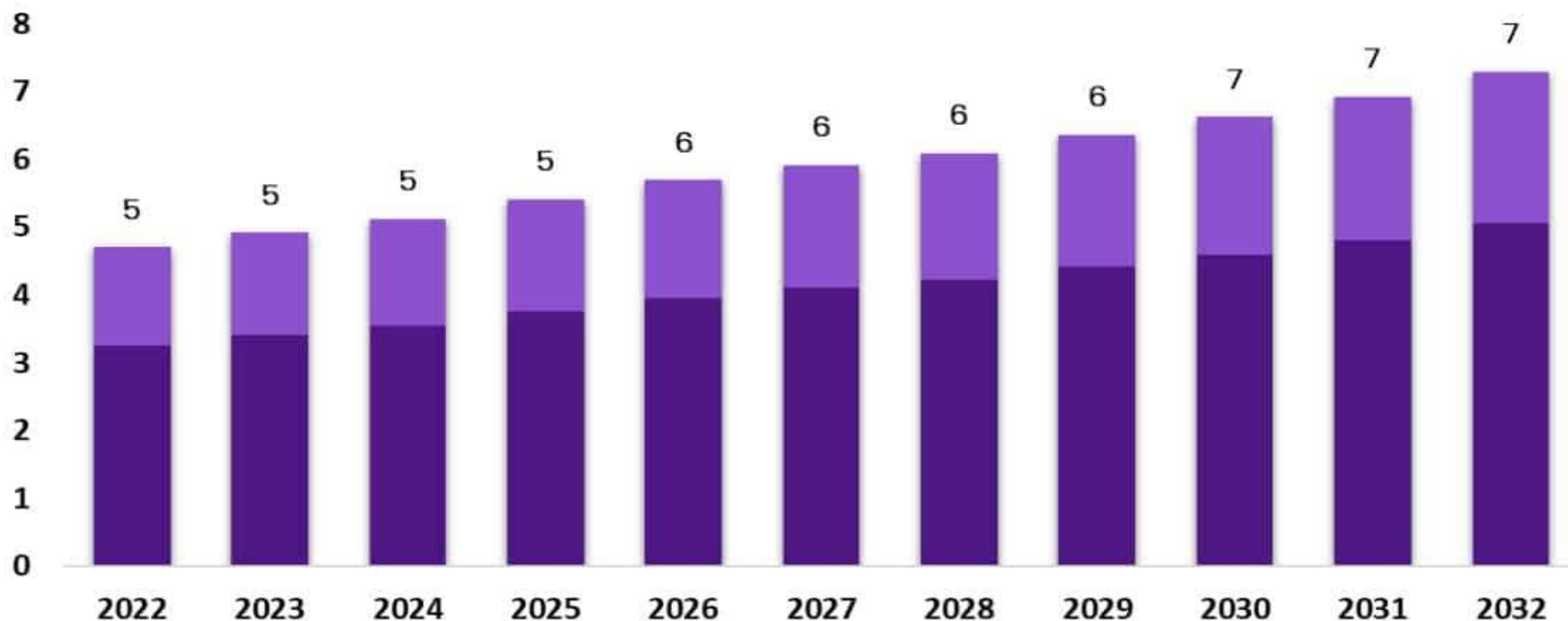
Ожидаемый мировой рост в ближайшие годы 3–5%

## Potato Starch Market

Size, by Distribution, 2022–2032 (USD Billion)

Organic

Conventional



The Market will Grow  
At the CAGR of:

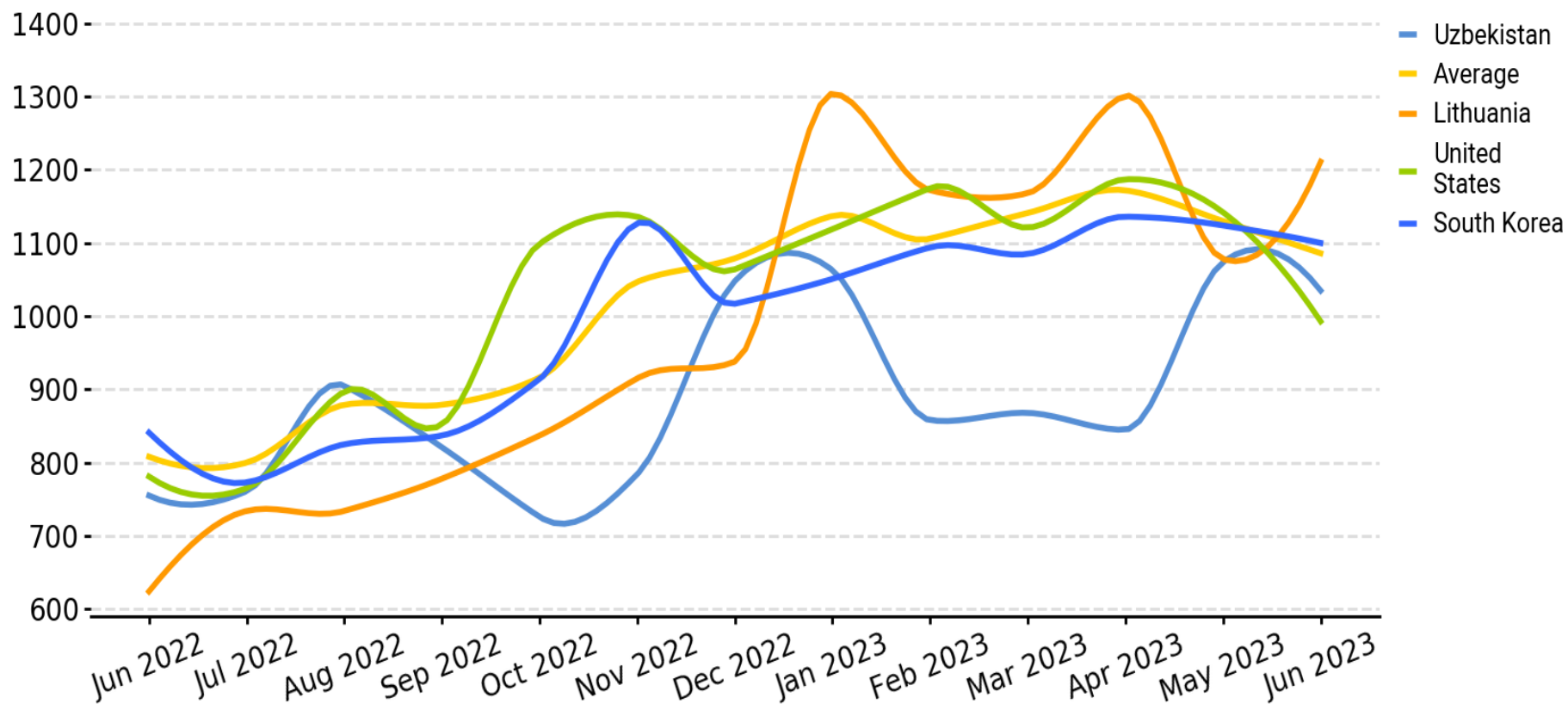
**4.7%**

The forecasted market  
size for 2032 in USD:

**\$7.6B**

# Динамика цен на картофельный крахмал

**POLAND POTATO STARCH EXPORT PRICES BY COUNTRY  
(USD PER TON)**



SOURCE: IndexBox



# Исходные требования к качеству картофеля, включая селекцию, выращивание, хранение и переработку с полной утилизацией отходов



Содержание крахмала

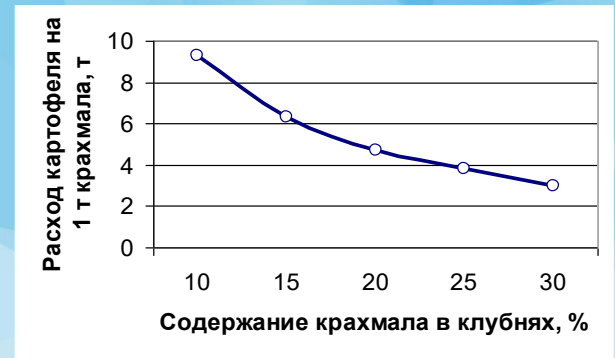
Содержание крупн. зерен

Содержание сухих веществ

Форма и размер клубней

**С- подсистема**  
Селекция и семеноводство

**Системный анализ основных факторов, определяющих эффективность производства картофельного крахмала**



к- крахмалистость,  
q- урожайность,  
СВ -Содержание сухих веществ

**В- подсистема**  
производства картофеля



к-крахмалистость,  
d-загрязненность

**А** Переработка картофеля на крахмал

крахмал



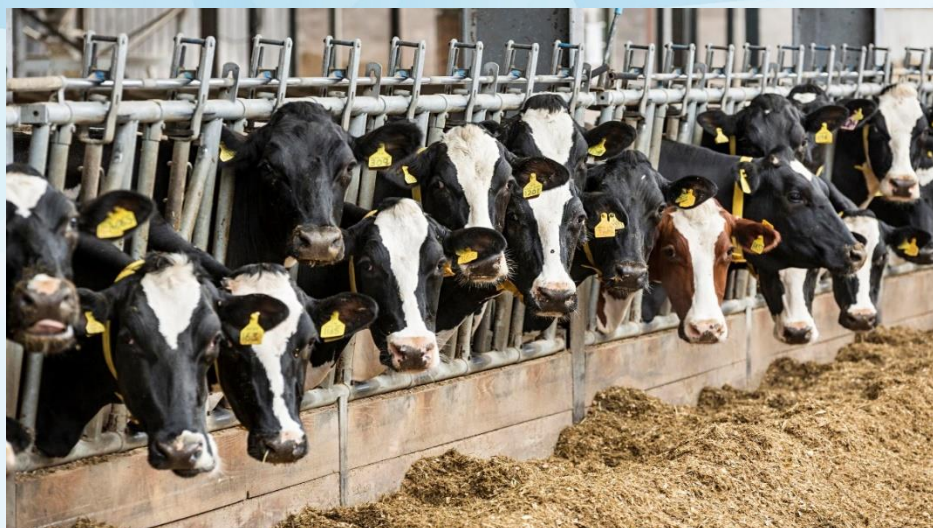
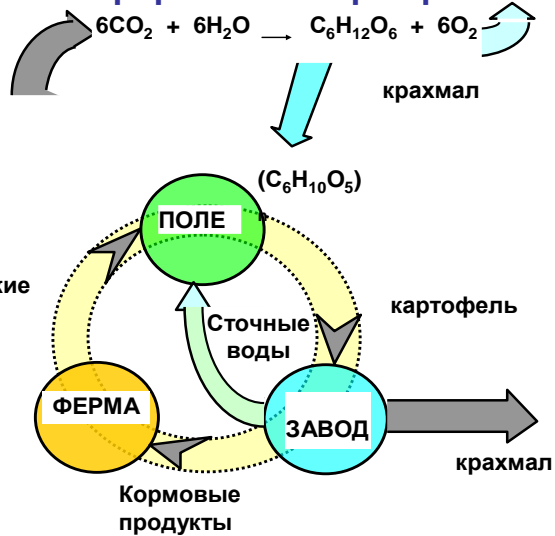
Крахмалистость	К > 20%
Содержание крупных зёрен	> 35 мк - > 50%
Урожайность	q = 30 – 36 т/га
Содержание сухих веществ	СВ = 22 – 26%
Коэффициент извлечения	К = 90 – 92%
Доброкачественность крахмала	Q = 98% СВ





## Биологически замкнутая система производства

### и переработки картофеля





## Технология и оборудование для переработки картофеля

Основу безотходной технологии переработки картофеля на крахмал составляет 15-ступенчатая гидроциклонная установка

Гидроциклонными установками ГУ-50, ГУ-100, ГУ-200 и ГУ-500, изготовленными экспериментальным заводом ВНИИ крахмалопродуктов, оборудованы все картофелекрахмальные заводы России, Беларуси, Украины и 7 заводов в Китае.

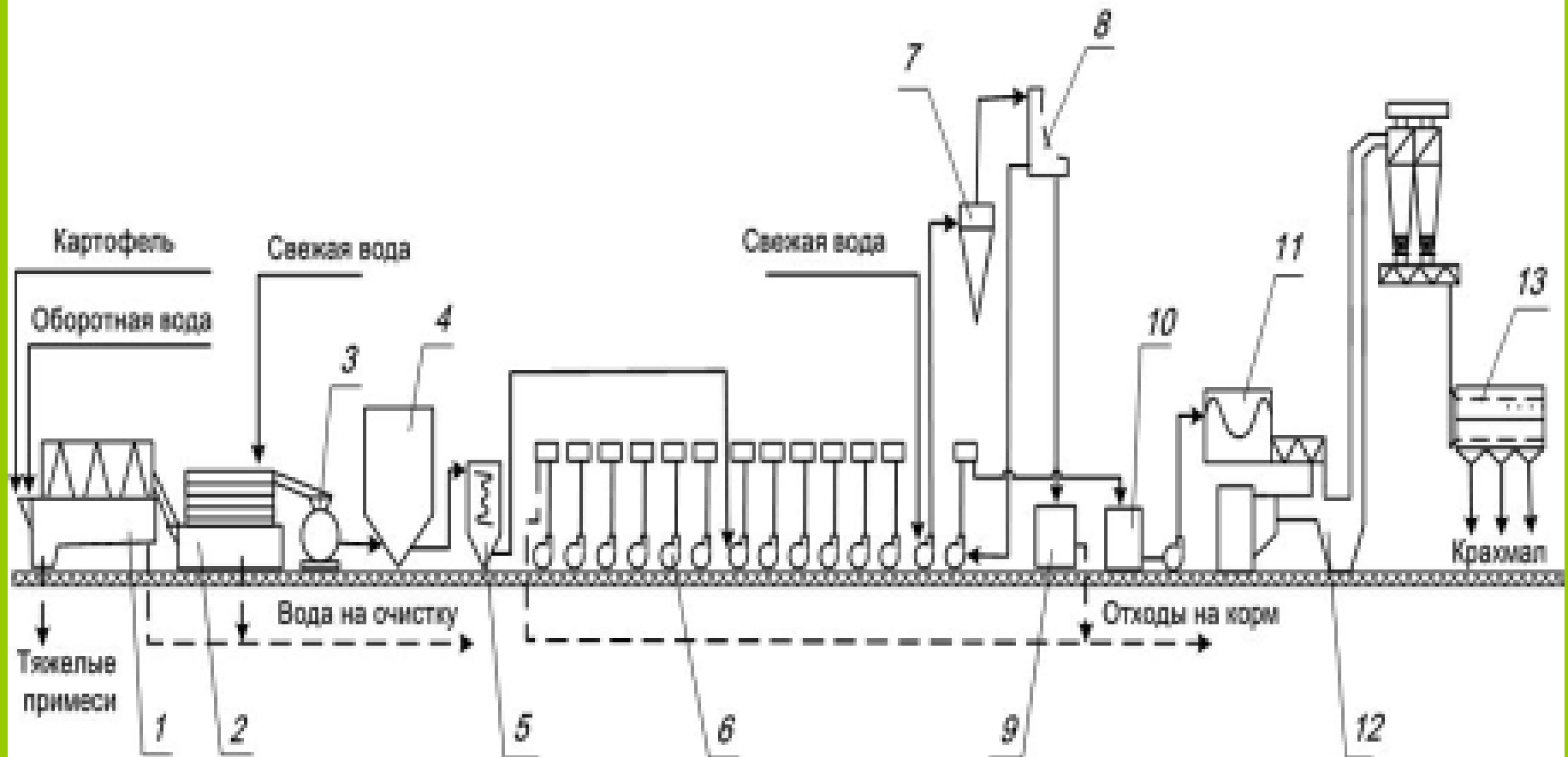
Технология и оборудование линии запатентованы (пат.РФ №2314319, пат.РФ №31520).



**Картофельный сок на полив**







Линия переработки картофеля на крахмал производительностью 100 т, 200 т и 500 т в сутки

1 - камнеловушка

2 - мойка

3 - картофелетерка

4 - сборник-накопитель

5 - самоочищающийся фильтр

6 - гидроциклонная установка

7 - песковый циклон

8 - сито дуговое

9 - сборник мезги

10 - сборник крахмальной суспензии

11 - обезвоживающая центрифуга

12 - пневматическая сушилка

13 - бурат

## Техническая характеристика комплектных линий производства картофельного крахмала мощностью 100, 200 и 500 т/сут

Назначение	100 Т/ СУТ	200 Т/ СУТ	500 Т/ СУТ
Производительность линии, т/ч	4,3	9,1	22,5
Рекомендуемый режим работы	Круглосуточный 120 – 150 сут/год		
Требования к качеству сырья	ГОСТ 26832 Картофель свежий для переработки на продукты питания		
Установленная мощность электроприводов, кВт	283,15	456,5	945,8
<i>Коэффициент одновременности работы электродвигателей</i>	0,85	0,95	0,95
Расход воды питьевого качества, м <sup>3</sup> /ч	6,4	13,7	33,8
Характеристика сточных вод	ХПК мг/О <sub>2</sub> 1300		БПК <sub>5</sub> мг/О <sub>2</sub> 950
Расход и параметры пара, т/ч (удельные расходы)	0,7	1,5	3,5
Давление пара кг/см <sup>2</sup>	4,5-5,0	7,0 -8,0	7,0 – 8,0
Численность обслуживающего персонала в одну смену	8	11	14
Квалификационные требования, разряд	3 - 4	3 - 5	3 - 5
Оптимальная высота помещений, м	6,5	4,5 – 11,5	4,5 – 11,5
Рекомендуемые размеры производственных помещений, м	12 x 54	12 x 60	12 x 66
Рекомендации по хранению сырья	Склад	Склад /Бурт	Склад /Бурт
Рекомендации по утилизации побочных продуктов	Обезвоживание и сушка мезги Полив сельскохозяйственных угодий картофельным соком		
Рекомендуемый объем переработки в тыс. т/год	8 - 10	15 - 20	30 - 40



## Производительность линий по переработке картофеля на картофелепродукты и количество побочных продуктов на стадиях производства

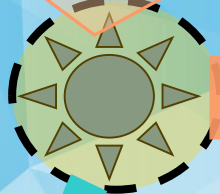
Наименование стадии производства	Агрегатное состояние	Единица измерения	Производительность линий производства картофелепродуктов (кг/ч)					
			25	50	100	200	300	400
Мойка картофеля	Кусочки картофеля	т/сут	0,091	0,18	0,36	0,73	1,08	1,44
Механическая чистка	Кожура	т/сут	1,4	2,7	5,4	10,9	16,3	21,8
Инспекция и доочистка	Некондиционный картофель, кусочки картофеля	т/сут	0,45	0,9	1,8	3,59	5,39	7,19
Резка	Отбракованные ломтики картофеля	т/сут	0,09	0,18	0,36	0,72	1,08	1,44
Ополаскивание ломтиков	Кусочки картофеля, крахмал	т/сут	0.03	0,065	0,13	0,26	0,39	0,52

# Схема комплексной переработки отходов и некондиционного картофеля в производстве картофелепродуктов



**300 тыс.т КАРТОФЕЛЯ** на переработку

Калибрование клубней



Некондиционный картофель

62 тыс.т



Готовые картофелепродукты 48 тыс.т  
Из 160 тыс.т картофеля



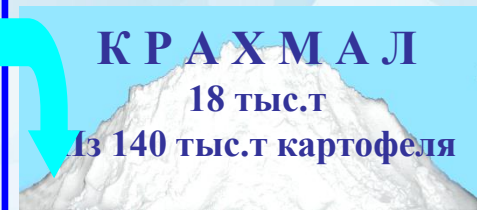
**ОТХОДЫ**



**КРАХМАЛ**

18 тыс.т

Из 140 тыс.т картофеля



Установка обеспечивает снижение расхода свежей воды на 30-40%, улучшение экологического состояния. При переработке 300 тыс.т картофеля на картофелепродукты будет дополнительно получено картофельного крахмала в количестве 18 тыс.т



# Гидроциклонные установки для картофелекрахмального производства



10 т картофеля в сутки



50 т картофеля в сутки

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ КАРТОФЕЛЯ  
НА КРАХМАЛ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 25Т картофеля в сутки**

Наименование	25 т/сут
1. Производительность по картофелю, т/час, не более	1.1
2. Производительность по сухому крахмалу, т/час, не более	до 0.25
3. Установленная мощность кВт, не более	105
4. Расход пара (при 0,5 МПа) т/час, не более	0.3
5. Расход свежей воды, м <sup>3</sup> /час,	3.0
6. Размер помещения, а х в х с, м,	12 х 24 х 6.5
7. Количество взвешенных веществ, биологическая потребность в кислороде стоков	БПК <sub>5</sub> мг/О <sub>2</sub> – 950 ХПК мг/О <sub>2</sub> – 1300
8. Режим работы	Круглосуточный 120 – 150 суток в году
9. Коэффициент извлечения крахмала, %	92
10. Рекомендуемой объем переработки картофеля за сезон, т	не менее 2500





Модифицированные крахмалы как структурообразователи, удерживающие влагу широко применяются:

- в производстве кондитерских (желейные конфеты, конфет помадного типа, кремов, зефиром, фруктово-ягодных начинок, лукумов,
- в производстве мороженого, йогуртов, кисломолочных продуктов,
- при производстве вареных колбас, сосисок, консервов;
- при изготовлении пищевых концентратов: сухих смесей быстрого приготовления - супов, соусов, майонезов, пудингов, киселей.



Наиболее востребованные в пищевой промышленности: Е 1412 (дикрахмалфосфат); Е1414 (ацелированный дикрахмалфосфат); Е1420 (Ацелированный крахмал); Е1422 (Дикрахмалфосфат ацелированный); Е 1404 (Окисленный крахмал).

Для производства бумаги в больших количествах востребован картофельный катионный крахмал



# Переработка побочных продуктов

## *Картофельная кожура*



**Свежая картофельная кожура плохо хранится и плохо сыпется, поэтому ее необходимо перерабатывать в течение 48 часов.**

**Производство экструдированной кормовой добавки, включающей дробленое зерно пшеницы и кожуру свежего картофеля в соотношении 9:1 позволяет повысить пищевую ценность продукта, продлить срок его хранения, улучшить его санитарное качество, технологические свойства и условия скармливания картофельной кожуры животным. Установлено, что при внесении картофельной кожуры 10 % и дробленого зерна пшеницы 90 % оптимальная влажность составляет 16,5 %. Срок годности этого продукта составляет 4 месяца**



# Переработка побочных продуктов

*Картофельная мезга, побочный продукт производства крахмала*



Показатели	Мезга
Сухие вещества, %	4,6±6,6
Зола, %	0,33±0,05
Сырой протеин, %	0,79±0,09
Крахмал, %	10,15±0,61
Редуцирующие сахара, %	0,63±0,03
Жир, %	0,06±0,01
Клетчатка, %	13,4±1,6

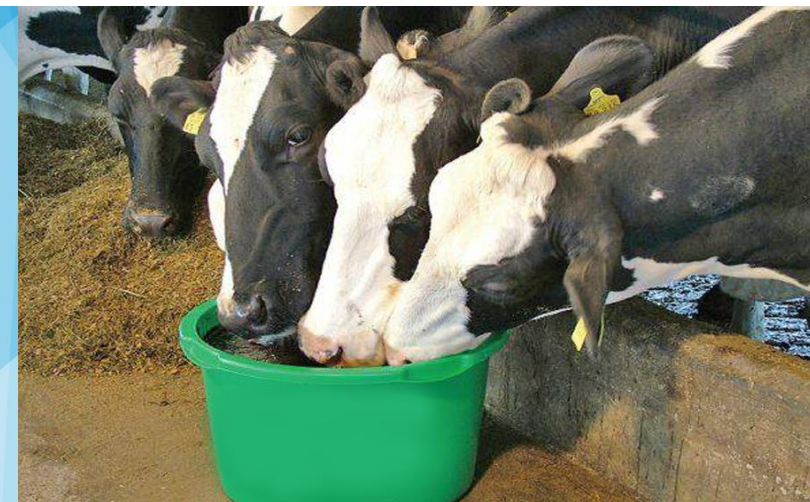
**Содержание крахмала в мезге зависит от степени измельчения картофеля, характеризуемой коэффициентом извлечения крахмала, который находится в пределах 75-83%. На коэффициент извлечения крахмала в большей степени влияет сорт картофеля.**

**В 100 кг сушеной мезги содержится 95 кормовых единиц. Ее используют в качестве компонента комбикормов**



## Переработка побочных продуктов

### *Картофельная мезга, побочный продукт производства крахмала*



### **Углеводно - белковый гидролизат**

Смесь мезги и сока подогревают паром до 50°C в сборнике с мешалкой и насосом подают в разварник. Здесь мезга разваривается паром давлением 0,4 МПа. Пар непосредственно впрыскивается в продукт. Смесь нагревается до 110 – 120°C. При этом достигается стерильность среды, а также максимальная коагуляция белковых веществ сока и разваривание мезги. Из разварника смесь направляется в испаритель, где происходит частичное охлаждение ее вследствие самоиспарения, а также высвобождение крахмала из клеток. Затем смесь охлаждают до  $t = 62 - 64^\circ\text{C}$ . Охлажденную смесь подают в осахариватель, куда добавляют ячменный солод в виде 20% - ной суспензии. (7% к массе уваренного гидролизата до СВ 50%). После осахаривания перед фильтрацией суспензия нагревается до  $t = 70 - 80^\circ\text{C}$ .



# Переработка побочных продуктов

*Картофельная мезга, побочный продукт производства крахмала*

## Силосование картофельной мезги

Картофельная мезга хорошо силосуется без всяких примесей в ямах с водонепроницаемыми стенками и обычным покрытием (доски, глина, земля). Для силосования берут прессованную мезгу влажностью около 76 % и закладывают ее в яму слоями по 20—25 см с последующим тщательным утрамбованием каждого слоя. Силос из мезги очень охотно поедается скотом.

Наиболее эффективное приготовление силоса смешивание 80% мезги с 16% сухого измельченного сена и 4 % измельченного зерна. Сухое сено и измельченное зерно впитывают влагу картофельной мезги, готовая смесь будет содержать 33 – 38% СВ.

Силосование такой смеси позволяет создать содержание питательных веществ такое же как в кукурузном силосе.



# Переработка побочных продуктов

## *Удобрительный полив разбавленным картофельным соком*



**Разбавленный картофельный сок – побочный продукт производства картофельного крахмала содержит калия 1100 – 2000 мг/л, фосфора ( $P_2O_5$ ) 160 – 500 мг/л, общий азот 816 – 2582 мг/л; БПК<sub>5</sub> 30 тыс. мгОг/л.**

**Картофельный сок может быть использован для удобрительных поливов с/х полей. Нормы полива разработаны НИИ по сельскохозяйственному использованию сточных вод совместно с ВНИИК.**

**Общий агрономелиоративный потенциал картофельного сока при норме удобрительного полива 100 м<sup>3</sup>/га составляет 640. Рекомендуемая норма полива для зерновых культур меньше 300 м<sup>3</sup>/га, для кукурузы, подсолнечника и многолетних трав - до 500 м<sup>3</sup>/га.**

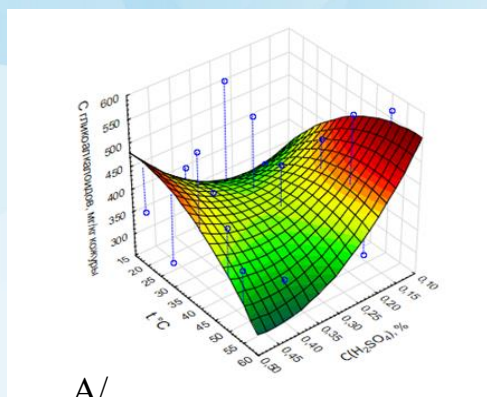
**Удобрительные поливы рекомендуется осуществлять в осенне-зимний период (до появления большого снежного покрова). Поливы можно проводить по пашне и по стерне, а также по пласту многолетних трав.**



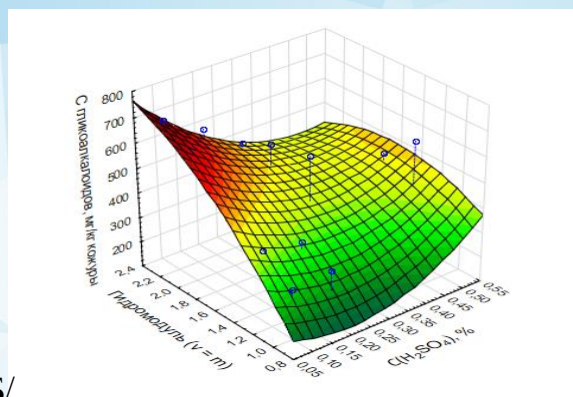
## Извлечение стероидных гликоалкалоидов из кожуры картофеля методом кислотной экстракции

### Патент RU 2763892

- В коже картофеля сконцентрировано наибольшее количество стероидных гликоалкалоидов (СГА) картофеля, извлечение которых может представлять интерес для защиты растений от вредителей, а также для разработки фармацевтических препаратов и использования картофельной кожуры в качестве безопасного корма для сельскохозяйственных животных.
- Исследованы возможности их выделения из кожуры картофеля кислотным способом с изучением влияния факторов экстракции на выход СГА. В результате кислотной экстракции извлекалось 200...1000 мг СГА / кг кожуры (0,20...0,60 мг СГА / мл экстракта). Установлены наиболее оптимальные параметры процесса экстракции гликоалкалоидов разбавленной серной кислотой: температура 55°C, концентрация кислоты 0,1%, гидромодуль 2,3 и продолжительность экстракции 30 мин.



А/

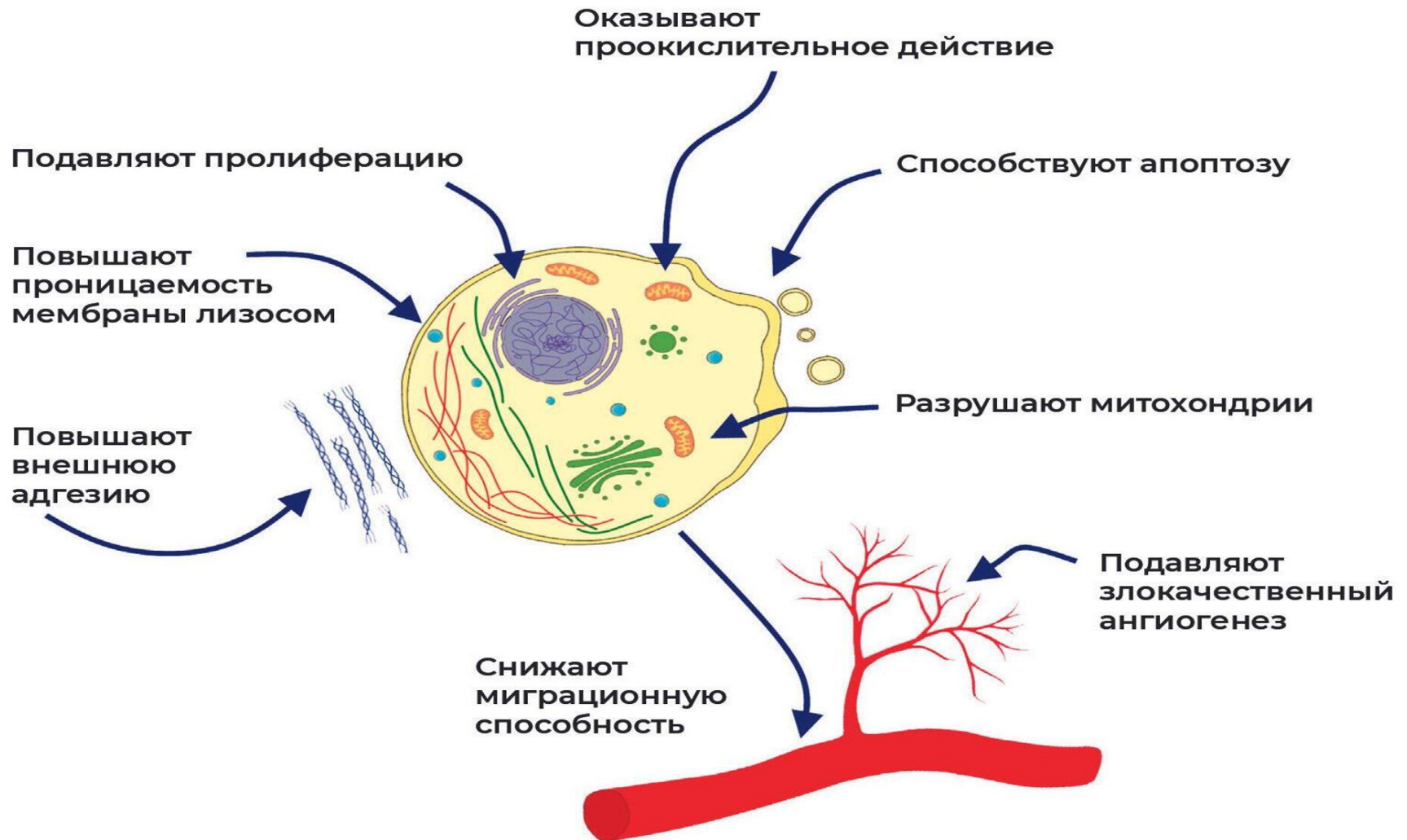


Б/

**Зависимость экстракции гликоалкалоидов от концентрации кислоты и температуры процесса (А); от гидромодуля и концентрации кислоты (Б)**

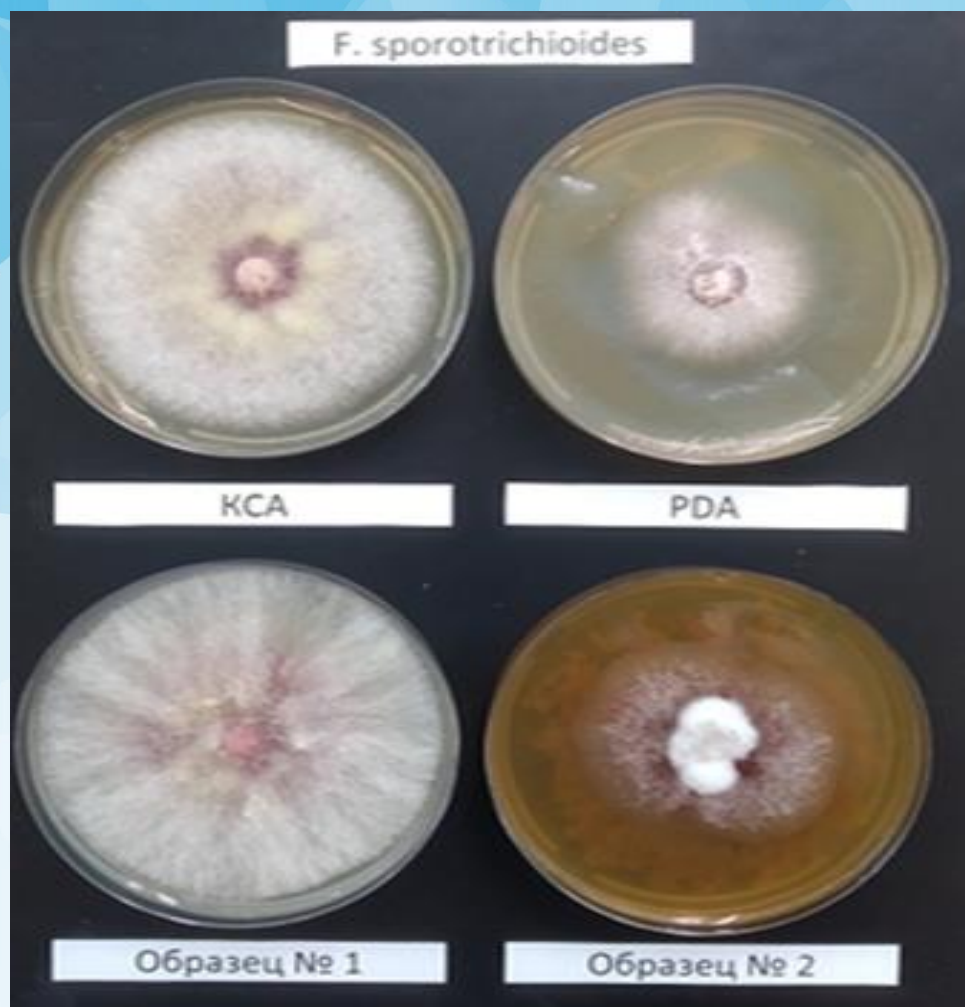
*Экстракты СГА возможно использовать в качестве инсектицида натурального происхождения для защиты от сельскохозяйственных вредителей и патогенной микрофлоры при вегетации растений, при удалении гликоалкалоидов картофельную кожуру можно использовать в качестве безопасного сухого или влажного корма для с/х животных.*

## Действие гликоалкалоидов на раковые клетки





**Питательные среды для выращивания плесневых грибов на основе  
картофельного сока, побочного продукта переработки картофеля на крахмал  
Патент RU2796935**

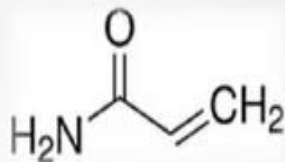
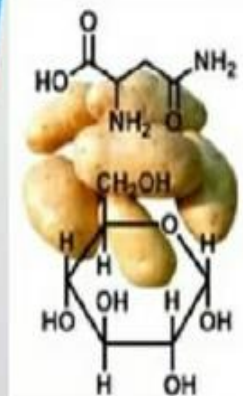


**Результаты выращивания  
патогенного гриба *F.*  
*Sporotrichioides* на  
питательной среде на  
картофельном отваре (КСА),  
питательной среде PDA  
(Sigma, USA) и питательных  
средах, полученных в  
ВНИИК (образец №1) и  
(образец №2)**

*Работа выполнена совместно с ВНИИ  
сельскохозяйственной микробиологии*

# Технология снижения концентрации акриламида в термически обработанных картофелепродуктах

## Акриламид



обладает  
канцерогенным  
действием

вызывает  
мутации  
генов

образуется в  
продуктах богатых  
углеводами при  
длительной тепловой  
обработке

Получено положительное решение на выдачу патента «Способ уменьшения образования акриламида в термически обработанных картофелепродуктах», предусматривающий мойку картофеля, инспекцию, очистку, доочистку, резку, промывку резанного картофеля, бланширование, термическую обработку и фасовку, отличающийся тем, что бланширование осуществляют в концентрате водопроводной воды соответствующей ГОСТ Р 51232 «Вода питьевая», полученном методом обратного осмоса, жесткостью не менее 8 мг-экв/л.



**Лаборатория технологии глубокой переработки картофеля** проводит скрининг сортов, гибридов и селекционных линий картофеля с целью определения исходного материала для селекции, а также выполняет следующие виды анализов, характеризующие качество столового картофеля, или картофеля предназначенного для переработки на крахмал, или картофелепродукты:

**определение крахмалистости картофеля, выхода крахмала при переработке и доброкачественности крахмала;**

- ◆ **определение массовой доли сухих веществ, редуцирующих сахаров, белка, гликоалкалоидов;**
- ◆ **определение массовой доли нитратов, фосфора, калия, витамина С, каротиноидов, антоцианов в картофеле с белой и пигментированной мякотью;**
- ◆ **совершенствование технологии производства картофельного крахмала и картофелепродуктов;**
- ◆ **анализ побочных продуктов производства картофелепродуктов или картофельного крахмала и разработку вариантов их рационального использования**



**ВНИИК**  
*90 лет работы  
для страны*



# **СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

**ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»**

**Московская область г. Люберцы дп. Красково ул. Некрасова 11**

- **8-495-557-15-09**
- **info@arrisp.ru**

