

# Современные подходы к селекции и семеноводству картофеля: теория и практика

Шанина Е.П. – руководитель НССЦ в области картофелеводства Уральский  
НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург

# Научный селекционно-семеноводческий центр в области картофелеводства Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН

## Тематика:

- Генетическая коллекция картофеля
- Селекция новых перспективных сортов с заданными хозяйственно-полезными признаками;
- Оригинальное семеноводство новых перспективных сортов
- Технология возделывания



## Новые направления в рамках ФНТП:

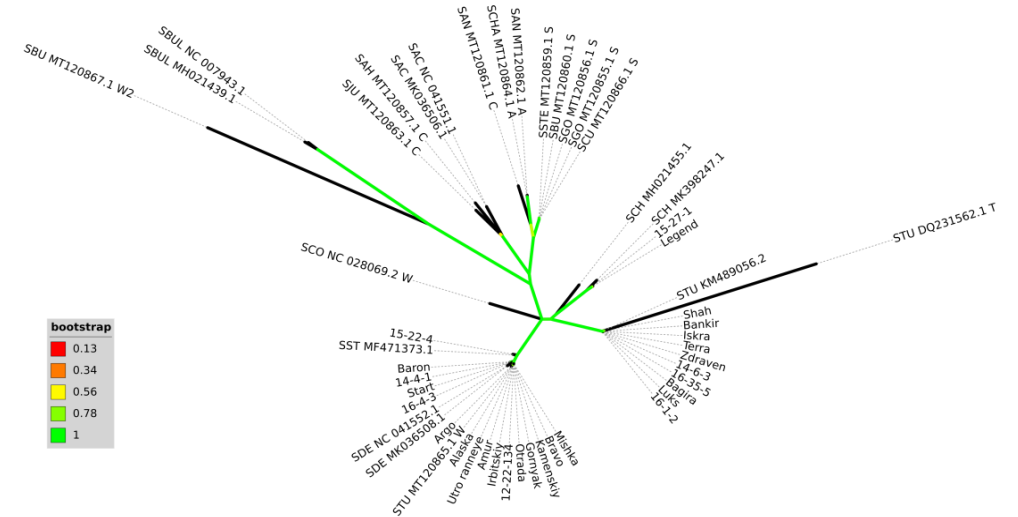
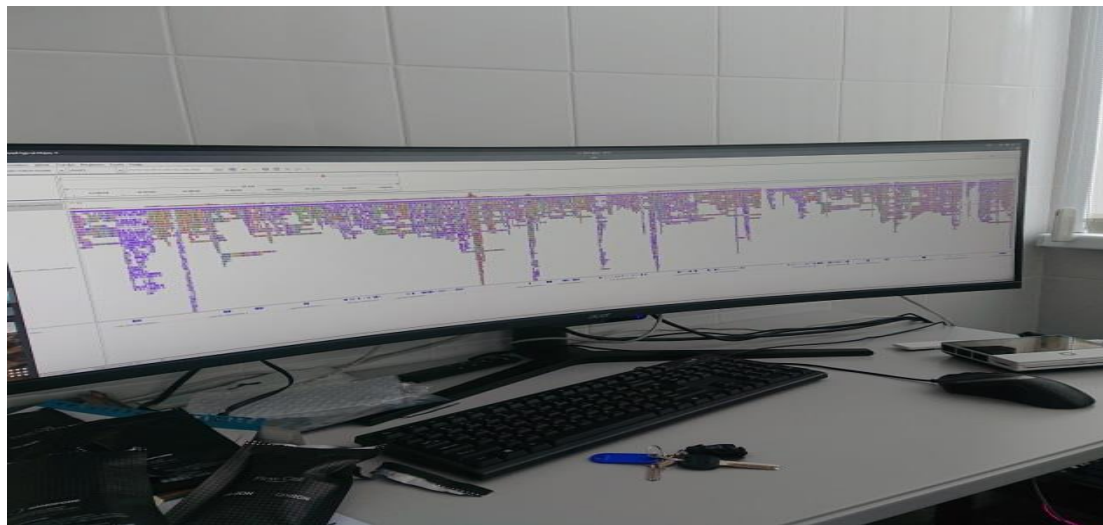
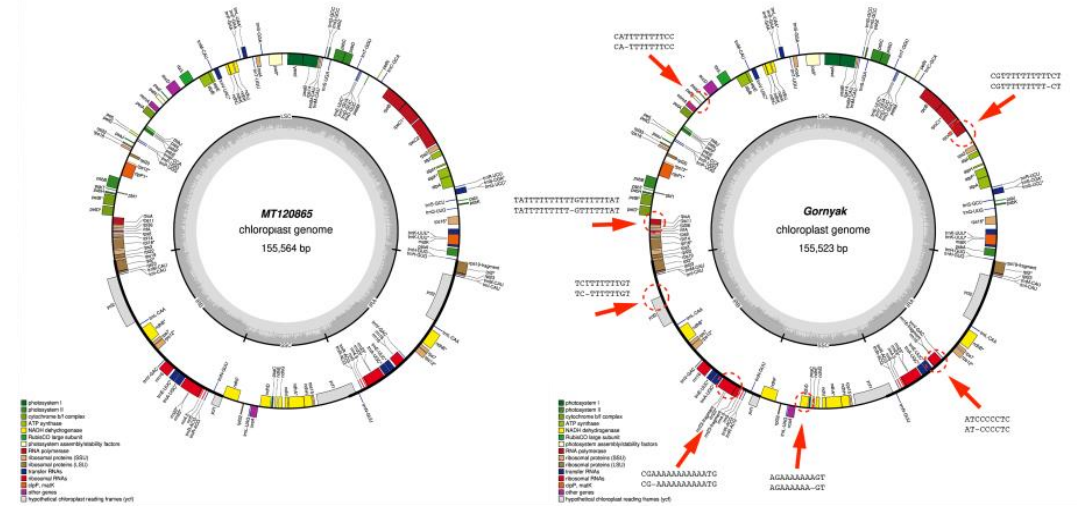
- Маркер-ориентированная селекция, основанная на использовании молекулярно-генетических маркеров на различные гены/локусы, сцепленные с тем или иным ценным признаком картофеля
- Скрининг образцов картофеля с помощью ДНК-маркеров на наличие генов устойчивости
- Метагеномный анализ разнообразия микробиоты сельскохозяйственных почв
- Анализ генома картофеля
- Использование длинных чтений для исследования филогенетического разнообразия пластома сортов картофеля уральской селекции
- Эколого-географические испытания новых российских сортов картофеля,

## Список маркеров и их целевых генов для целенаправленной селекции картофеля

Ген	Признак	Маркер	Количество образцов	%
<i>Sen1</i>	Устойчивость к раку картофеля	NL25 <sub>1400</sub> (SCAR)	163	49,0
<i>Ry<sub>adg</sub></i>	Устойчивость к PVY	RYSC3 <sub>321</sub> (SCAR)	9	2,7
<i>Ry<sub>chc</sub></i>	Устойчивость к PVY	Ry186 <sub>587</sub> (SCAR)	6	1,8
<i>Ry<sub>sto</sub></i>	Устойчивость к PVY	YES3-3A <sub>341</sub> (SCAR)	34	10,2
<i>Rx1</i>	Устойчивость к PVX	RxSP <sub>1230</sub> (SCAR)	33	10,0
<i>Gpa2-2</i>	Устойчивость к <i>G. pallida</i>	Gpa2-2 <sub>452</sub> (SCAR)	71	21,4
<i>Gro1-4</i>	Устойчивость к нематоду <i>G. rostochiensis</i>	Gro1-4-1 <sub>602</sub> (STS)	7	2,1
<i>H1</i>	Устойчивость к нематоду <i>G. rostochiensis</i>	TG689 <sub>141</sub> (SCAR)	305	92,0
<i>H1</i>	Устойчивость к нематоду <i>G. rostochiensis</i>	N195 <sub>337</sub> (SCAR)	284	85,5
<i>Rpi-blb1</i>	Устойчивость к фитофторозу от <i>Solanum bulbocastanum</i>	Rpi-blb1 <sub>821</sub> (SCAR)	1	0,3
<i>Rpi-sto1</i>	Устойчивость к фитофторозу от <i>Solanum stoloniferum</i>	Rpi-sto1 <sub>890</sub> (SCAR)	6	1,8
<i>PLRV1</i>	Устойчивость к вирусу скручивания листа	NI27 <sub>1164</sub> (SCAR)	306	92,2

# Молекулярно-генетические исследования в лаборатории ПЦР-анализа. Использование длинных чтений для исследования филогенетического разнообразия пластомов сортов картофеля уральской селекции

Референсная последовательность	Сорта
<i>S. tuberosum</i> W-type	12-22-134 Alaska Amur Argo Bravo Gornyak Irbitskiy Kamenskiy Mishka Otrada Utro ranneye
<i>S. tuberosum</i> T-type	14-6-3 16-1-2 16-35-5 Bagira Bankir Iskra Luks Shah Terra Zdraven
<i>S. demissum</i>	14-4-1 16-4-3 Baron Start
<i>S. stoloniferum</i>	15-22-4
<i>S. chacoense</i>	Luna Legenda



## Определение филогенетического разнообразия почвенных бактерий методом метабаркодирования

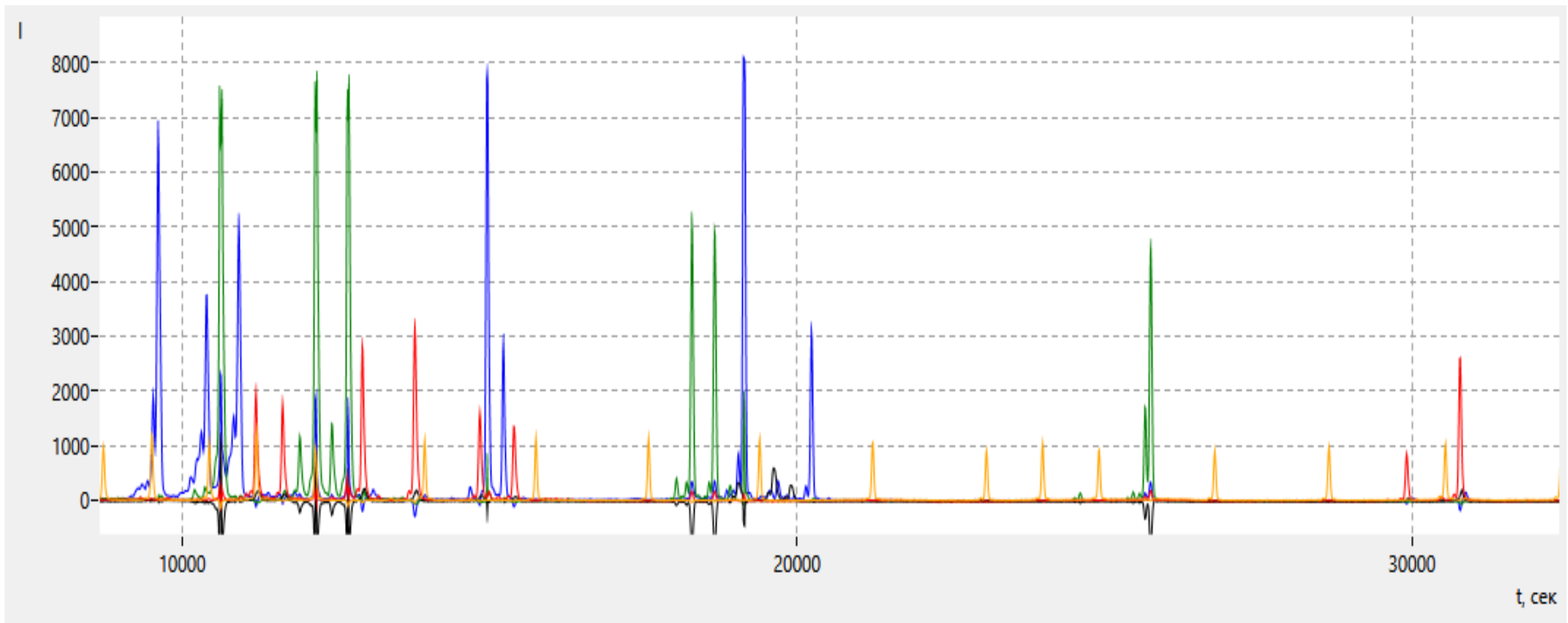
- Органическое земледелие или экоземледелие – это комплекс мер по эксплуатации почв, который ставит своей целью уменьшение использования удобрений, пестицидов и гербицидов.
- Наиболее важным в экоземледелии становится наблюдение за составом почвенной микробиоты, потому как именно она вносит определяющий вклад в состояние минерального и органического состава почв.
- Наиболее практическое направление в области исследования микробиоты сельскохозяйственных почв – это обнаружение патогенных бактерий с целью планирования превентивной борьбы с ними.
- Наиболее многочисленными, составляющие свыше 5 % от общего числа обнаруженных родов, являются: *Bradyrhizobium*, *Massilia*, *Gaiella*, *Sphingomonas*, *Lysobacter* и *Gemmatimonas*.
- Род *Lysobacter* включает виды, подавляющие почвенные нематоды и грибы *Rhizoctonia*, вызывающий ризоктониоз картофеля. Виды родов *Bradyrhizobium* (азотфиксирующие бактерии) и *Gemmatimonas* (почвенные бактерии, накапливающие полифосфаты), представители рода *Massilia* – это ризосферные эндофитные бактерии. В род *Sphingomonas* входят бактерии, которые могут разлагать полициклические ароматические углеводороды; разлагать некоторые гербициды; образовывать симбиозы с бобовыми.

## Количество обнаруженных ОТЕ принадлежащих патогенным видам

Патогенные виды	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Clavibacter michiganensis subsp. phaseoli</i>	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Clavibacter michiganensis subsp. tessellarius</i>	0	1	0	2	0	0	0	0
<i>Liberibacter crescens</i>	0	5	1	0	0	0	1	1
<i>Pectobacterium atrosepticum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pectobacterium carotovorum</i>	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Pectobacterium wasabiae</i> CFBP 3304	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Ralstonia solanacearum</i>	4	6	1	1	2	0	3	0
<i>Ralstonia syzygii</i>	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Streptomyces acidiscabies</i>		0	0	1	0	3	0	2
<i>Streptomyces caviscabies</i>	2	0	0	1	2	2	0	0
<i>Streptomyces diastatochromogenes</i>	1	0	1	2	1	0	0	0
<i>Streptomyces europaeiscabiei</i>	9	0	0	0	1	2	0	0
<i>Streptomyces scabiei</i>	5	0	0	0	1	1	0	0
<i>Streptomyces stelliscabiei</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Streptomyces turgidiscabies</i>	0	0	0	0	0	1	0	0

# Генотипирование сортов картофеля на основе микросателлитного анализа

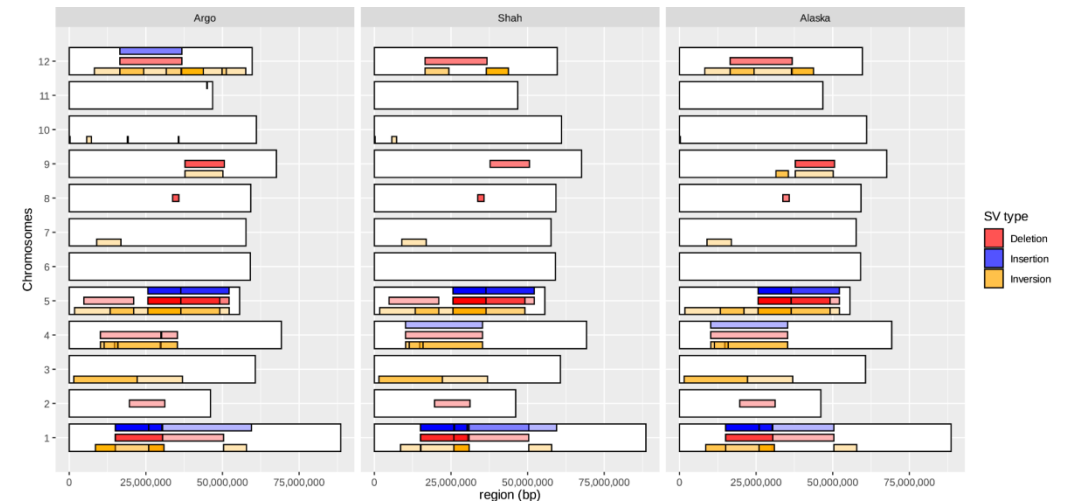
- Генетический паспорт сорта Мишка



# Анализ генома картофеля

- Большое количество исследований в мировой и отечественной литературе посвящено работе геномной оценки, например маркерно-ориентированная селекция. Однако, до сих пор у части маркеров не описан нуклеотидный состав. Неизвестными остаются и другие регионы генома. По этой причине создание новых маркеров и дальнейшая генетическая селекция становятся затруднительными. Полногеномное секвенирование и поиск структурных вариантов (СВ) призваны восполнить это незнание.
- Нами впервые было проведено секвенирование генома трёх сортов картофеля уральской селекции (Аляска, Арго и Шах). В результате было выявлено более 24 тысяч достоверных структурных вариантов длиной от 30 до 10000 нп. Показана значительная степень межвидового разнообразия как на уровне малых так и на уровне крупных структурных вариантов.

## Кариотипирование крупных структурных вариантов, полученных методом Sniffles, на хромосомы трёх сортов картофеля





## Основные направления селекции картофеля

- Создание генетических доноров и источников для целенаправленной селекции картофеля
  - Селекция на хозяйственную скороспелость
  - Селекция на полевую устойчивость к *P.infestans*
  - Селекция на устойчивость к золотистой цистообразующей картофельной нематоде
  - Селекция на столовые качества
  - Селекция на пригодность к переработке
  - Селекция на создание диетических сортов картофеля для функционального питания
- **Селекция картофеля с 1956 г., создано и включено в реестр селекционных достижений 24 сорта, один сорт проходит испытание**



## Этапы селекции картофеля в Уральском НИИСХ – 12 лет на создание 1 сорта

### Исходный материал

- Создана и поддерживается клубневым репродуцированием коллекция из 500 сортов, межвидовых гибридов, диких и культурных видов картофеля, из 28 стран мира; 213 сортов и межвидовых гибридов в *in vitro*
- 30 видов:  
*S. chacoense*, *S. acaule*, *S. stoloniferum*, *S. andigenum*, *S. rubinii*, *S. vernei*, *S. microdontum*, *S. tarijense*, *S. simplicifolium*, *S. gourlayi*, *S. demissum*, *S. phureja*, *S. toralapanum*, *S. trifidum*, *S. stenotomum*, *S. spagazzinii* и др.
- Ежегодно проводится оценка генофонда по 24 показателям:
  - морфологические,
  - хозяйственно-биологические,
  - биохимические

Гибридизация в питомнике исходного материала



Оценка 12 питомников размножения по 56 показателям, всего ежегодно в изучении 20 000 сортообразцов



Передача сорта на Государственное сортоиспытание

# Новые сорта картофеля



## ШАХ

Среднеранний  
Устойчив к раку, ЗКН,  
высокий потенциал  
урожайности  
Включён в реестр в  
2023 г.



## БАГИРА

Среднеранний  
Устойчив к раку, ЗКН,  
для функционального  
питания  
Проходит испытание с  
2022 г.



## ЛУНА

Среднеранний  
Устойчив к раку, ЗКН,  
высокопродуктивный,  
пригоден для мойки  
Проходит испытание с  
2023 г.

## Создание сортов картофеля для функционального питания

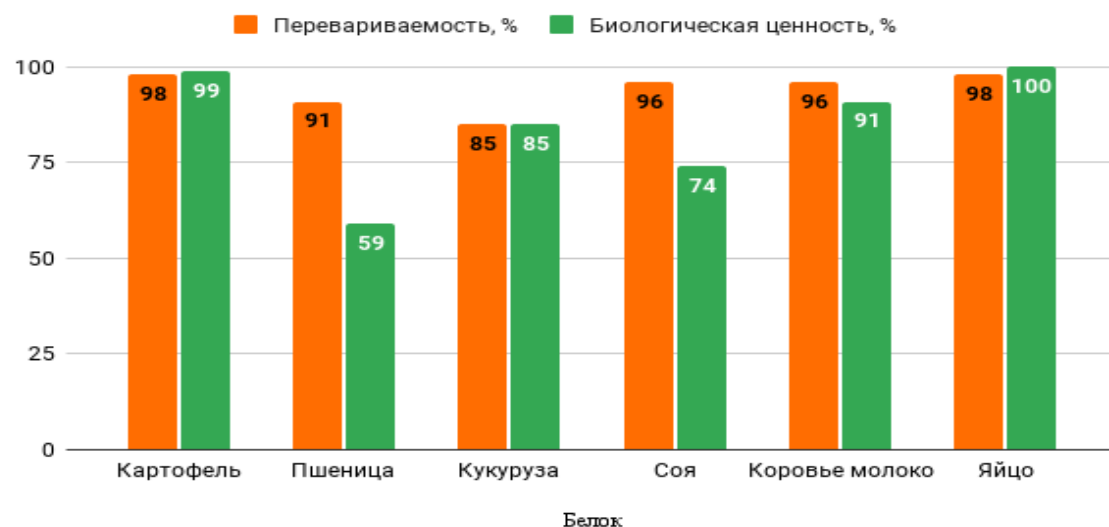


16-10-29

16-10-52

## Функциональное питание: витамины, фитонутриенты и минералы

- Оценивался фенольный вклад 34 фруктов и овощей в рацион был сделан вывод, что картофель является третьим по значимости источником после яблок и апельсинов
- В среднем в одной печеной картофелине (156 г) содержится 610 мг калия. Это даже больше, чем в бананах, продуктах, которые диетологи часто рекомендуют людям, нуждающимся в дополнительном потреблении калия. Рекомендуемая норма потребления калия с пищей для взрослых мужчин и женщин составляет 3000-6000 мг в день. Было обнаружено, что картофель и фасоль являются наименее дорогими источниками калия среди 98 свежих, замороженных и консервированных овощей.



# Создание сортов пригодных к переработке

Приоритетное направление  
селекции

Ежегодна оценка генотипов  
конкурсного основного  
испытания (200-250 образцов)  
на пригодность к  
промышленной переработке на  
картофель фри и чипсы



# Оригинальное семеноводство - Лаборатория микроклонального размножения картофеля

- Ежегодное тиражирование **60-75 тыс. растений in vitro**
- Коллекция **312 сортов in vitro**
- Диагностика методом ПЦР-анализа на скрытую заражённость патогенами

Микрорастения in vitro, тыс. шт.

Мини-клубни, тыс. шт.

Первое полевое поколение, тонн

Супер-суперэлита, тонн

производство

75

150-200

20-30

40-65



## Фитотронный комплекс для селекции и оригинального семеноводства картофеля, в рамках выполнения ФНТП



- Гибридизация
- Выращивание сеянцев картофеля
- Выращивание мини-клубней картофеля,
- Производство мини-клубней в аэрогидропонных модулях





## Комплексность в работе

### Индустриальные партнёры

- ООО «Арофирма «КРиММ», Тюменская область;
- ООО «Дока-Генные Технологии», Московская область;
- ООО ССК «Уральский картофель», Свердловская область;
- ООО НПО «Сад и огород», Челябинская область;
- ООО «СХП «Дары Малиновки», Красноярский край;
- ООО Агрофирма «СеДеК», Московская область;
- ООО «НКЦ «Агросистема». Иркутская область;
- ООО «Мираторг-Орёл»

## Возможности

---

частично заместить импорт

---

изменить существующее распределение семян по категориям (увеличить долю семян более высоких репродукций)

---

ускоренно размножить и внедрить в производство новые сорта картофеля российской селекции

---

увеличить урожайность на 8-10% (это позволит дополнительно только в Свердловской области получить 18-22 тыс. тонн картофеля)



# Новые подходы в отрасли картофелеводства

Новые подходы	Критерии выполнения
Персональное питание	Персональное питание по генотипу (генетическому паспорту)
	Функциональное питание – расширение рынка сортов картофеля с высоким содержанием антиоксидантов (с фиолетовой, розовой мякотью)
	Увеличение спроса на продукты питания с улучшенными свойствами, генетическая биофортификация (повышение пищевой ценности)
Доступная органика, эко-продукты	Природные ресурсы Свердловской области для развития органического земледелия
	Наличие собственных разработок, продуктов, как пример, сорт картофеля Аляска, который способен реализовать свой генетический потенциал, урожайность на уровне 60 т/га без применения пестицидов, за счёт устойчивости к фитофторозу, мощной корневой системой
	Внедрение современных биотехнологий для органического земледелия (биоудобрения, энтомофаги и пр.)
Ускоренная селекция	Благодаря расшифровке генома картофеля и возможностям новых технологий селекции (NBTS), селекция картофеля представляется резервом номер 1
	Внедрение передовых технологий в селекции, применение маркер-ориентированной селекции (MAS), геномного редактирования
Умное сельское хозяйство	Инновационные методики в сельском хозяйстве – мониторинг полей с помощью спутниковых систем, дронов, картирование урожайности и пр.

# НССЦ в области картофелеводства Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН

**Цель одна –  
обеспечение  
продовольственной  
безопасности в рамках  
импортозамещения**

**Выполнение более 50  
задач в комплексе**

**Государственное  
задание**

**КНТП**

**ССЦ**





**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**