



ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

Генетика и биотехнология в Республике Беларусь – достижения и перспективы

**Докладчик: директор ГНУ «Институт
генетики и цитологии НАН Беларуси»,
член-корреспондент
А.В. КИЛЬЧЕВСКИЙ**

Направления и результаты исследований в области геномных биотехнологий в Беларуси

Объекты	Направления	Результаты
Растения	Трансгенез ДНК-маркирование	Трансгенные растения ДНК-идентификация с\х культур Маркер-сопутствующая селекция
Животные	Трансгенез ДНК-маркирование	Трансгенные животные ДНК-идентификация с\х и диких животных Маркер-сопутствующая селекция
Человек	ДНК-маркирование	ДНК-диагностика, прогнозирование и мониторинг наследственно обусловленных заболеваний ДНК-тестирование в спорте
Микроорганизмы	Трансгенез ДНК-маркирование	Трансгенные микроорганизмы ДНК-идентификация штаммов микроорганизмов
Продукты питания	Детекция ГМО	Определение наличия генетически модифицированных ингредиентов в пищевом сырье и продуктах питания

Направления исследований по генетической инженерии растений в Беларуси

Культура	Эффект	Организация
Картофель	устойчивый к У-вирусу	НПЦ по картофелеводству
Картофель	устойчивый к грибным болезням	Ин-т генетики и цитологии, Ин-т биофизики и клеточной инженерии
Картофель	устойчивый к насекомым	Ин-т генетики и цитологии
Картофель	синтезируются антимикробные пептиды	Ин-т биофизики и клеточной инженерии НПЦ по картофелеводству
Рапс	синтезируется белок куриного интерферона	БГУ, Ин-т биофизики и клеточной инженерии
Рапс	устойчивый к глифосату	БГУ, Ин-т генетики и цитологии
Лен-долгунец	модифицированное строение клеточной стенки	Ин-т генетики и цитологии, Ин-т льна, БГТУ
Лен-долгунец	устойчивый к глифосату	Ин-т генетики и цитологии
Клевер луговой	повышенная урожайность	ЦБС, Ин-т экспериментальной ботаники
Клюква	улучшенные вкусовые качества	ЦБС
Табак, арабидопсис	устойчивые к тяжелым металлам и нефтепродуктам	Ин-т генетики и цитологии
Табак	с ускоренным развитием и повышенной продуктивностью	Ин-т генетики и цитологии

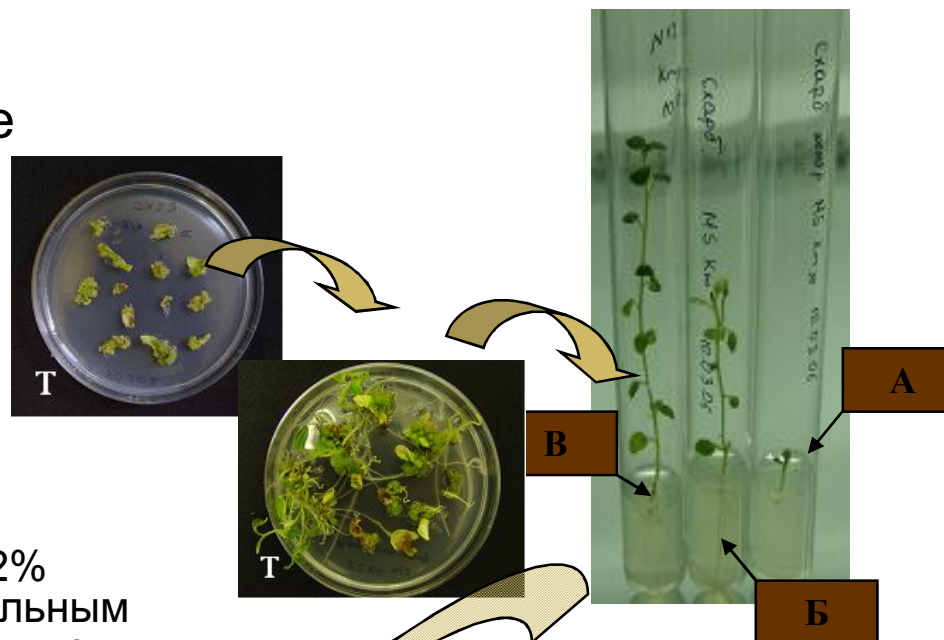
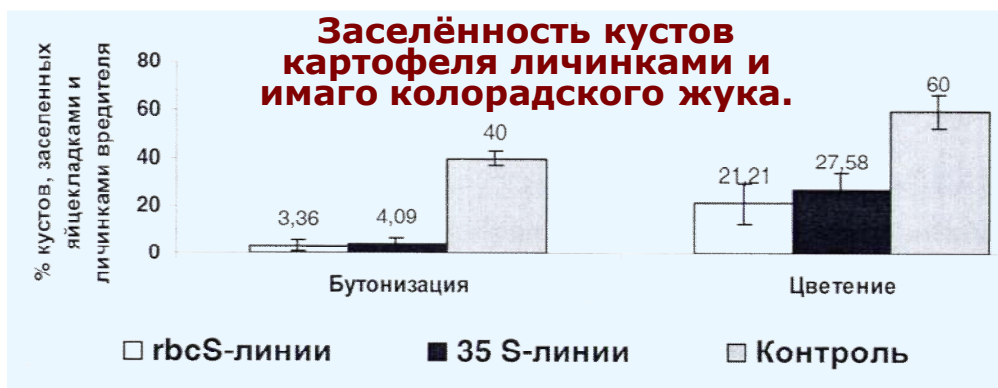
Создание генетически модифицированных форм картофеля, характеризующихся повышенной устойчивостью к насекомым

Разработчик: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

□ Созданы векторы, несущие экспрессионные кассеты гена *cry3aM* из *Bacillus thuringiensis*. Генетические конструкции использованы для агробактериальной трансформации листовых дисков картофеля.

□ Наличие встройки и экспрессии целевого гена подтверждено методами ПЦР.

Транскрипционная активность выявлена у 52% образцов для конструкции со светоиндуцибельным промотором и у 60% образцов для конструкции с конститутивным 35S РНК CaMV промотором.



А - Контрольное растение на селективной среде
Б - Контрольное растение на среде без антибиотика
В - Растение сорта Скарб после трансформации на селективной среде

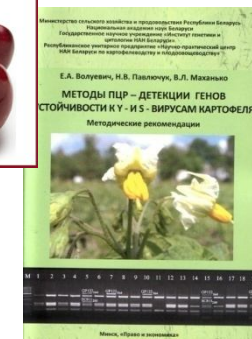
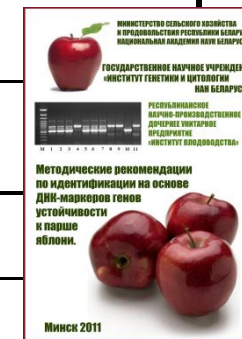
□ Выявлены трансгенные линии картофеля, характеризующиеся повышенной устойчивостью к колорадскому жуку.

Маркер-сопутствующая селекция с/х растений

Разработчик: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

Разработаны методы ДНК-идентификации наиболее важных для селекции ряда с/х культур генов устойчивости и качества (более 70 генов)

Культура	Хозяйственно-ценный признак
Картофель	устойчивость к болезням (фитофтора, X, Y, L-вирусы) и вредителям (нематода)
Томат	содержание каротиноидов, длительность хранения плодов, устойчивость к кладоспориозу
Пшеница	твердозерность, хлебопекарные качества, устойчивость к бурой ржавчине, короткостебельность
Яблоня	устойчивость к парше, мучнистой росе, красногалловой яблонной тле
Рапс	содержание жирных кислот в семенах
Соя	фотопериодическая реакция
Ячмень	пивоваренность
Лен	низколиноленовость



ЭФФЕКТИВНОСТЬ Позволяют сократить сроки создания сортов на 2-3 года, снизить затраты на создание сорта на 15–20%

Маркер-сопутствующая селекция томата

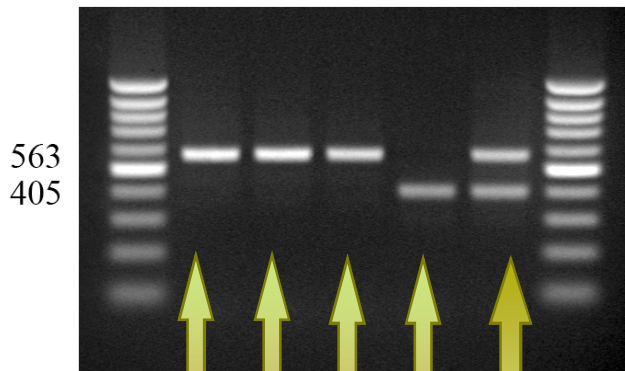
Разработчики: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», БГСХА, РУП «Институт овощеводства»

Разработаны методы ДНК-типирования

□ **генов высокого и изменённого содержания каротиноидов** - *Beta carotene (B)*, *old-gold (og)*, *old-gold crimson (ogc)*, *tangerine (t)*, *yellow-flesh (r)*, *Delta (Del)*, *high pigment 1 (hp-1)*, *high pigment -2dg (hp-2dg)*, *green flesh (gf)*, *green flesh-3(gf-3)*, *green flesh-5 (gf-5)*, *t (tangerine)* (**12 генов**);

□ **генов длительного хранения плодов** - *ripening inhibitor (rin)*, *non-ripening (nor)* и *alcobaça (norA)* (**3 гена**).

bp M 1 2 3 4 5 M



↑
нормальное растение

↑
Mo-950 (*alc*)

↑
Mo-948 (*nor*)

↑
Mo-577 (*rin*)

↑
F1 *rin*/+ гибрид

■ Разработаны ДНК маркеры к генам устойчивости к бурой пятнистости *Cf-6*, *Cf-2*, *Cf-5*.



Создана коллекция из 20 лёжких константных высокопродуктивных линий и 20 высококаротиноидных форм томата.

Созданы и районированы 2 лёжких гетерозисных гибрида томата.

Гаплоидия в селекции растений

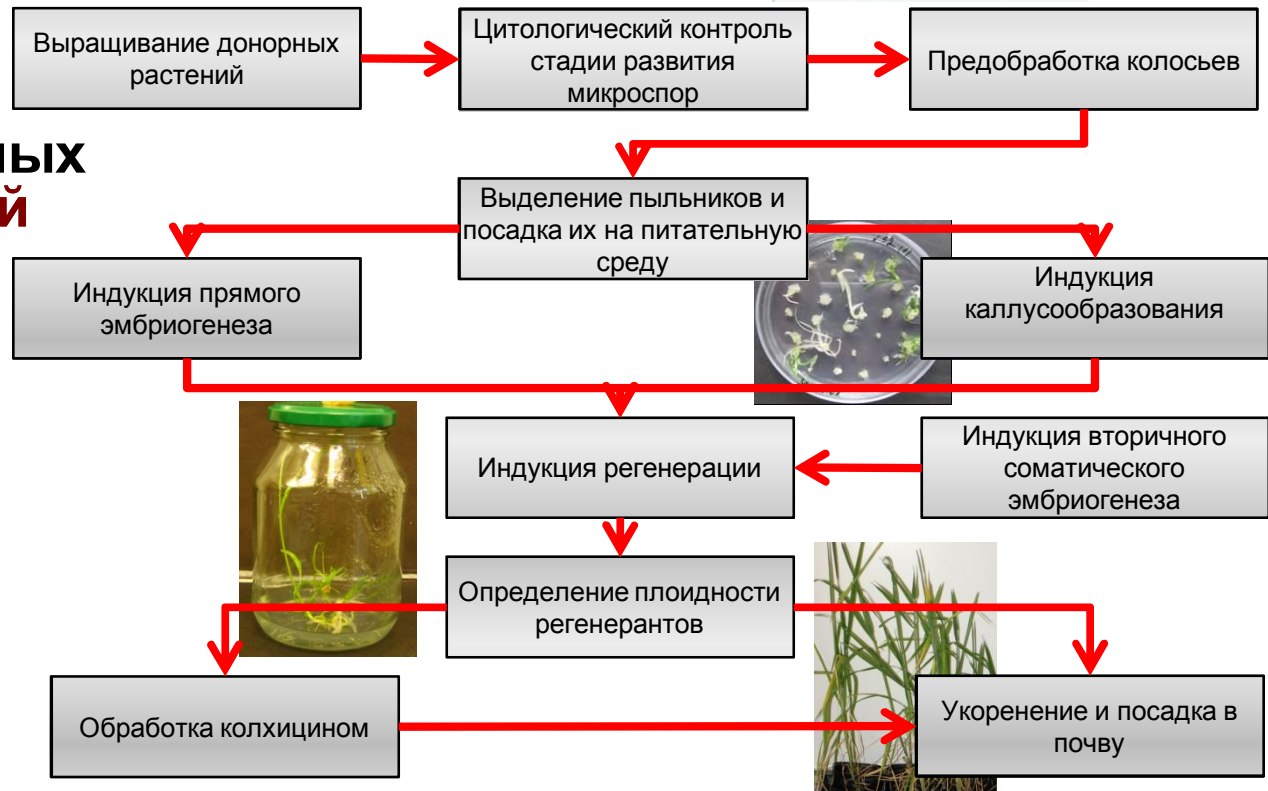
Разработчики: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

Разработаны технологии получения гаплоидов и дигаплоидов в культуре пыльников

- картофеля
- пшеницы
- тритикале



и неоплодотворенных семяпочек сахарной свеклы.



Основные этапы создания удвоенных гаплоидов

Создание *in vitro* коллекции клеток и тканей хозяйственно-полезных растений

Разработчики: Центральный ботанический сад НАН Беларуси

В культуре *in vitro* создана и поддерживается оздоровленная коллекция 245 таксонов (35 видов растений), свободных от грибной и бактериальной инфекции.



Базисная коллекция асептических культур хозяйственно-полезных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси

На основе использования культуры клеток и тканей *in vitro* и современных способов клонального микроразмножения отработаны технологии ускоренного производства саженцев востребованных и перспективных растений для Республики и экономического пространства ЕврАзЭС.

Создана коллекция микрклональных лесных растений

Разработчики: Институт леса НАН Беларуси



Betula pubescens



Populus spp.



Quercus robur

- Коллекция включает более 80 клонов и 25 видов лесных культур.

- Разработаны биотехнологические методы выращивания лесного посадочного материала.



Betula pendula
var. dalecarlica



Betula pendula



Fraxinus excelsior

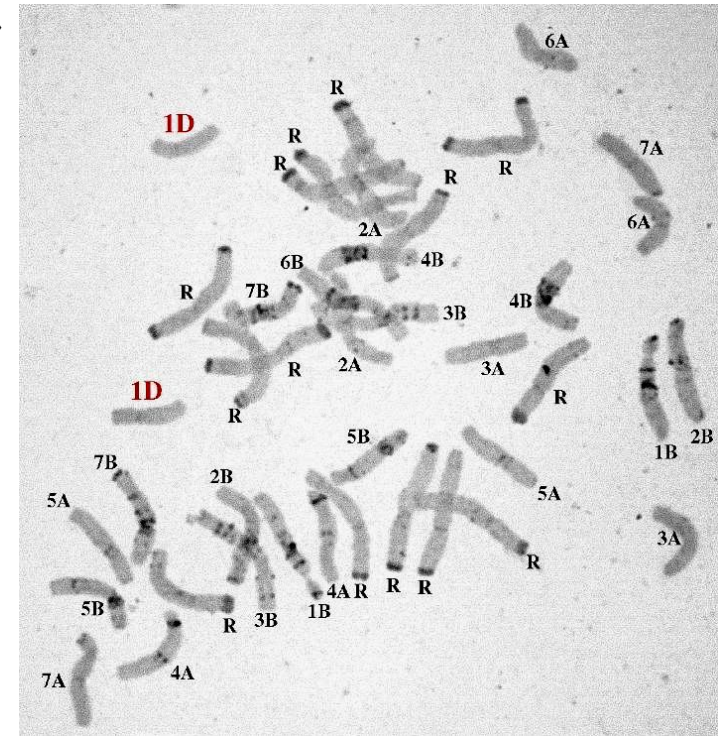
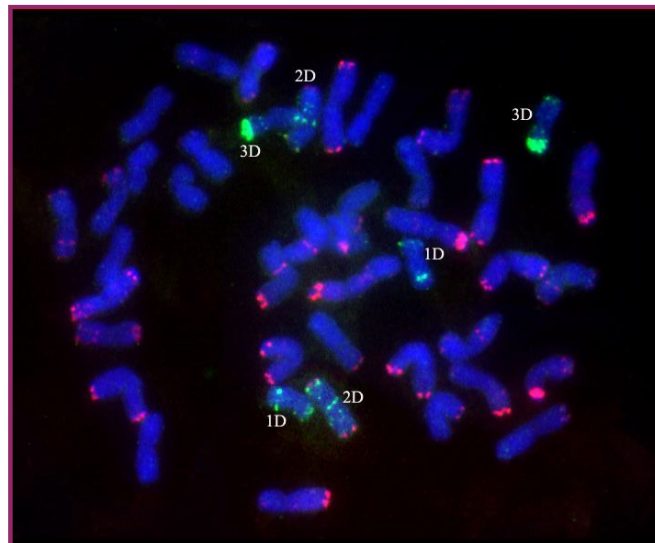


Populus tremula

Хромосомные технологии в селекции растений

Разработчики: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

- В процессе создания пшенично-ржаных гибридов изучены особенности и цитогенетические механизмы формирования полигеномов хлебных злаков.



Кариотипы рекомбинантных форм гексаплоидных тритикале (С-бэндинг, двухцветная FISH)

- Созданы коллекции гетероплазматических и рекомбинантных форм тритикале, коллекции линий тритикале с *Vrn* генами и формы с включением генетического материала диких видов *Triticeae*.

Генетическая паспортизация сортов с/х культур

Разработчики:
ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»
Госинспекция по испытанию и охране сортов растений

Разработаны системы
генетической паспортизации
для 10 с/х культур:

**пшеница, ячмень, томаты,
картофель, подсолнечник, груша,
яблоня, лен, соя, сахарная свекла**

Разработаны эталонные
генетические паспорта
сортов с/х растений:

**пшеница - 38 сортов
томат – 33 сорта и гибрида
картофель – 60 сортов
лен – 39 сортов**

Примеры
генетических паспортов

Сорт томата Сибиряк 723

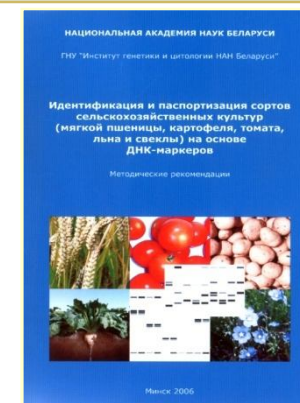
A154 B137 C224 D103 E158 F213 G122 H196 I147 J136 K159,187 L222 M165 N351 O268

Сорт мягкой пшеницы Спектр

A123 B118 C141 F190 G247 H149 I179 J206 K174 L79 M210 N144 O119 P184 Q117 Rnull
S149 T152 U181 W252

ДНК-паспорта позволяют идентифицировать сорта и линии растений, контролировать генетическую чистоту сортов; оценивать уровень гибридности; способствуют ускорению и повышению качества селекционного процесса.

Методические рекомендации утверждены на Научно-техническом Совете Минсельхозпрода РБ



ДНК-типирование животных по генам, детерминирующим хозяйственно-полезные признаки

Разработчики: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»
НПЦ по животноводству

Тестирование ведется по 25 генам

- устойчивость к иммунодефициту, пороку позвоночника и ранней абортируемости эмбрионов КРС;
- устойчивость к иммунодефициту и параличу лошадей;
- устойчивость к колибактериозу и стрессу свиней;
- откормочная и мясная продуктивность свиней;
- многоплодие у свиноматок;
- молочная продуктивность КРС, содержание жира и белка в молоке.



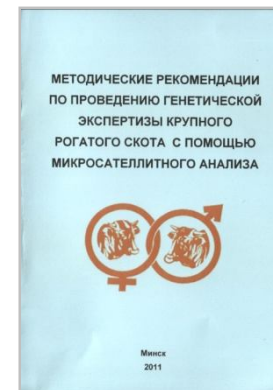
За период 2008-2012 гг. проведено генетическое тестирование 5,7 тысяч с/х животных (КРС, свиньи, лошади) на 4 областных племпредприятиях республики.

Благодаря ДНК-тестированию белорусской популяции черно-пестрой породы крупного рогатого скота по гену иммунодефицита, частота встречаемости скрытых носителей дефектного аллеля в течение 2006-2010 гг. снизилась у быков-производителей с 6,61% до 1,3%; в маточном поголовье с 3,7% до 3,6%.

Генетическая паспортизация с/х животных

Разработчик: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

Контроль происхождения племенных животных в Республике Беларусь является обязательным условием для ведения селекционной работы. Согласно постановлению Минсельхозпрода РБ все животные-производители подвергаются обязательной генетической экспертизе.



Методические рекомендации утверждены на Научно-техническом Совете Минсельхозпрода

За период 2008-2012 гг. выдано около 1000 генетических паспортов племенного животного (КРС, свиньи, лошади)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Прибыль от реализации ремонтных бычков на элеверы может составить от 978 720 руб. до 1 383 180 руб. за одного бычка в зависимости от продуктивности его матери.

Генетический паспорт племенного животного

РУСПП «1-ая Минская птицефабрика»

Кличка/Индивидуальный номер животного	№ 1736/27908
Дата/Место рождения	16.02.2009

BM 1824	ETH 3	ETH 10	ETH 225	SPS 115	TGLA 122	TGLA 53	BM 2113	INRA 23	TGL Δ 126
184/192	116/124	-/-	145/145	250/256	139/145	154/166	126/126	218/220	115/119

Кличка и индивидуальный номер отца: Кортес 500033

BM 1824	ETH 3	ETH 10	ETH 225	SPS 115	TGLA 122	TGLA 53	BM 2113	INRA 23	TGLA 126
184/188	124/124	226/226	145/145	250/256	139/167	166/166	126/126	218/218	115/119

Кличка и индивидуальный номер матери: Дездемона № 512/46

BM 1824	ETH 3	ETH 10	ETH 225	SPS 115	TGLA 122	TGLA 53	BM 2113	INRA 23	TGLA 126
192/192	116/118	226/226	137/145	250/256	139/145	154/164	126/126	218/220	115/115

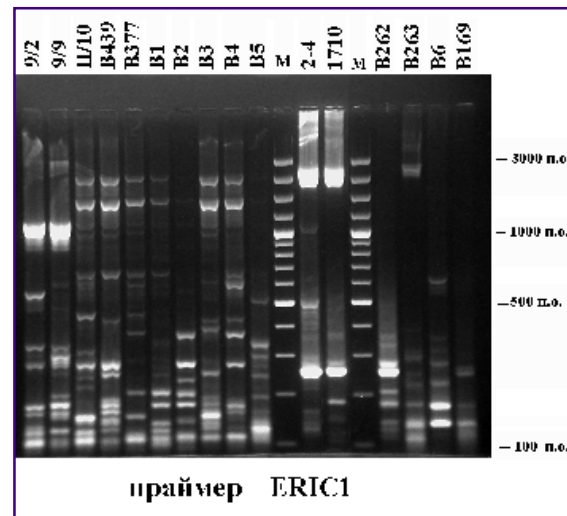
Дата взятия проб для анализа: Июнь 19 2009 года
Дата проведения анализа: Август 07 2009 года

Место проведения анализа:
Лаборатория генетики животных
ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

Определение таксономической принадлежности микроорганизмов для целей пищевой и микробиологической промышленности

Разработчик: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

Разработана схема идентификации биотехнологически ценных бактерий, обеспечивающая корректное определение их таксономического положения.



Идентификация бактериальных штаммов-продуцентов в соответствии с международными нормами необходима при создании новых биотехнологий и биотехнологических продуктов, их санитарно-гигиенической сертификации и продвижения на международные рынки.

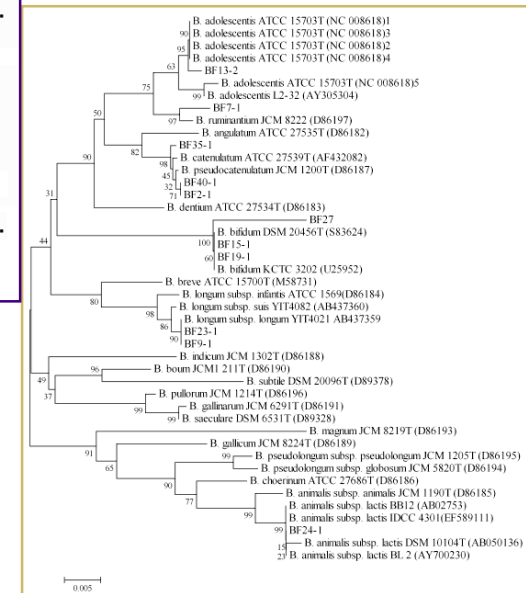


Схема внедрена в Институте мясомолочной промышленности.

ДНК-диагностика генетической предрасположенности к заболеваниям

Разработчики: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАНБ»

РНПЦ «Мать и дитя»

РНПЦ «Кардиология»

Разработаны технологии ДНК-диагностики генетической предрасположенности к мультифакториальным заболеваниям (более 60 генов)



- сердечно-сосудистые заболевания (тромбофилии, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда и др.);
- венозные тромбозы (тромбофлебиты);
- болезни органов дыхания (бронхиальная астма, аллергозы);
- эндокринные заболевания (сахарный диабет 2 типа, ожирение);
- болезни метаболизма костной ткани (остеопороз, ревматоидный артрит);
- нарушения нормального физиологического течения беременности (невынашивание беременности, гестозы, резус-конфликт).

Разработаны технологии ДНК-диагностики врожденной или наследственной тугоухости; митохондриальных патологий; гемохроматоза (нарушение обмена железа).

Проведено ДНК-диагностирование более 6000 человек.

Своевременная ДНК-диагностика позволяет выявлять генетическую предрасположенность к заболеваниям или диагностировать болезнь на ранних стадиях развития, что улучшает прогноз и существенно снижает затраты на лечение, создает основу для персональной медицины.

ДНК-диагностика причин невынашивания беременности

Разработчик: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

В Беларуси 10-25% беременностей заканчивается неудачно.

Разработана технология ДНК-диагностики риска невынашивания беременности **по 10 генетическим маркерам**, ассоциированным с нарушениями нормального физиологического течения беременности.

Анализируются гены:

- сердечно-сосудистой системы - *FI, FII, FV, FXIII, ACE, eNOS(4a/4b), eNOS (Glu298Asp), PAI-1*
- и фолатного цикла - *MTHFR (C677T)* и *MTHFR(A1298C)*

Установлено взаимодействие с рядом медицинских учреждений республики:

- РНПЦ «Мать и дитя»,
- Гомельский областной диагностический медико-генетический центр,
- Городской центр планирования семьи,
- женские консультации.

В 2013 г. проведено ДНК-диагностирование 115 женщин с неизвестными причинами невынашивания беременности.



Выявляются неблагоприятные варианты генов, эффекты которых корректируются медиками с помощью антитромботических средств и препаратов фолиевой кислоты. Это способствует успешному завершению беременности.



ДНК-тестирование спортсменов

Разработчики: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»
ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси»
НИИ физкультуры и спорта МСiT
Полесский государственный университет

Разработаны технологии ДНК-паспортизации спортсменов по комплексу основных генов, оказывающих существенное влияние на *состояние опорно-двигательного аппарата, выносливость, скорость, силу, адаптацию к гипоксии, способность к восстановлению после физических нагрузок.*

Создан банк ДНК элитных спортсменов 17 национальных команд Беларуси различной профилизации.

Протестированы

- олимпийская сборная команда Беларуси по биатлону,
- национальные команды Беларуси по хоккею, теннису,
- представители национальной сборной легкоатлетов,
- хоккейная команда спортивного клуба «Динамо Минск».

Разработаны Программы отбора начинающих спортсменов по 4 специализациям.

Выявление у представителей команд неблагоприятных вариантов генов позволяет проводить медико-биологическую корректировку эффектов этих генов и способствует повышению результативности спортсменов.

Геномные технологии для охраны окружающей среды и борьбы с браконьерством

Разработчики: ГНУ «Институт генетики и цитологии НАНБ»
НПЦ по биоресурсам



- С использованием ДНК-технологий проведен анализ генетической структуры **популяции беловежского зубра**.

Даны рекомендации по подбору более удаленных пар для скрещивания. Это позволит увеличить гетерогенность микропопуляций зубра и избежать последствий близкородственных скрещиваний.

- Проанализирована генетическая структура популяции **больших белоголовых чаек**.



Для ряда охраняемых и ресурсных видов (**европейский зубр, европейская косуля, благородный олень, дикий кабан**) подобраны видоспецифические ДНК-маркеры, позволяющие с высокой степенью достоверности идентифицировать биологический материал, установив его видовую принадлежность.



- Ведется работа с популяциями благородного оленя и косули.

ВНЕДРЕНИЕ
Выполняются договоры на проведение молекулярно-генетической экспертизы конфискованных биологических образцов с целью установления или подтверждения генофондного статуса дикого животного.

Республиканский центр по генетическому маркированию и паспортизации растений, животных, микроорганизмов и человека (Республиканский центр геномных биотехнологий) при Институте генетики и цитологии НАН Беларуси

Создан в рамках ГП
инновационного развития РБ.

Цель - коммерциализация геномных
биотехнологий

Введен в эксплуатацию в 2011 г.

Выход на проектную мощность – декабрь 2013 г.
(6944 геномных анализа в год).

Показатели	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Объем производства продукции (анализов), шт.	3354	4310	4933	6944	7650	8032

Аккредитован в
Госстандарте
(ВУ/112 02.1.01.1599
от 07.12.2009 г.).

Лицензия Минздрава на право
осуществления медицинской
деятельности (№02040/6875 от
17.06.2011г.).

**В 2011-2012 гг. выполнено геномных
анализов на сумму около 4 млрд.руб.**

Сертификат на соответстви
системы менеджмента
качества СТБ ISO 9001–2009
от 05.12.2011г.





ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

**Благодарю за
внимание!**