



## Case Study 2

# ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К РИЗОМАНИИ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (BETA VULGARIS)

*Angela Lozan*

CEE Regional training course on Risk assessment of LMOs  
24 - 28 September 2018  
Minsk, Belarus

# ИНФОРМАЦИЯ О МОДИФИЦИРОВАННОМ ОРГАНИЗМЕ

- Генетически модифицированное растение
- SBVR111 сахарная свекла **экспрессирует ген RZM**, который отвечает за **устойчивость к ризомании**, болезни вызываемой вирусом некротического пожелтения жилок (BNYVV) путем взаимодействия с репродуктивной системой вируса, что приводит к снижению развития вируса в растении.
- SBVR111 сахарная свекла также **экспрессирует белок** фосфоманнозоизомеразу (PMI), который выступает в качестве селективного маркера, который позволяет трансформированным клеткам растений использовать маннозу в качестве первичного источника углерода.

# Характеристика процесса трансформации

- **Вектор:** pSYN15965 (известен как pHiNK188)
- Использованная техника модификации: **агробактериальная трансформация**
- **Генетические элементы:**
  - - **промотор гена Ubiquitin 3** из Арабидопсис талиана
  - - **Генетический элемент RZM** из вируса некротического пожелтения жилок свеклы - **BNYVV**
  - -**Экспрессия белка: РНК полимеразы 1** (белок, ответственный за распространение вируса (BNYVV)).
- **Растения, несущие ген RZM, обладают устойчивостью к заболеванию ризомании.**
  - - **Терминатор гена Nopaline Synthase** Agrobacterium tumefaciens
  - - **промотор гена** белка теплового шока 80 от Brassica oleracea – Crucifers (Капуста огородная)
  - - **ген фосфоманнозоизомеразы** [= manA, pm1] (последовательность кодирования белка) из Escherichia coli
  - - **Терминатор CaMV 35S** (вирус мозаики цветной капусты – CaMV)

# Оценка безопасности

- **Заявитель указывает, что, поскольку ген rzm (устойчивость к ризомании), взят из организма, широко распространено в природе, то получение токсинов или аллергенов в результате культивирования свеклы SBVR111 не ожидается.**
- Генетические вставки в принципе влияют только на способность к выживанию.
- Пищевые компоненты SBVR111, **углеводы и аминокислоты, сравнивались с компонентами немодифицированной сахарной свеклы, существенных различий не было обнаружено.**
- Все уровни аминокислот находились в коммерческих диапазонах.
- Исследование усвояемости у овец. Различия в **видимой переваримости сухого вещества, органического вещества, сырого белка, клетчатки и усваиваемой энергии отсутствуют.**

# НЕМОДИФИЦИРОВАННЫЙ РЕЦИПИЕНТНЫЙ ОРГАНИЗМ

- **2. Растение-хозяин**
- 2.1 Латинское название, синонимы
- **Beta vulgaris ssp. Vulgaris (Свекла обыкновенная)**
- 2.2. Тривиальное имя, синонимы
- **Сахарная свекла, культивируемая сахарная свекла**
- 2.3. Таксономия вида
- **Семейство Chenopodiaceae (Маревые), подсемейство, род Beta (Tourn) L.**
- 2.4 родственные виды, включая сорняки; родственные виды, способные к скрещиванию
- Свекла относится к древнему семейству Chenopodiaceae, которое включает более **1400 видов**.
- *B. vulgaris* (обыкновенная свекла) - это **двулетняя культивируемая культура**. Она отличается от всех других видов способностью накапливать большое количество питательных веществ.
- Корнеплодные сорта свеклы включают **кормовую свеклу, красную свеклу, сахарную свеклу** и сорта, полученные после гибридизации различных форм.
- Они **опыляются ветром, иногда насекомыми**. Эти растения предпочитают плодородные почвы и являются кальцифилами.

# Морфологическое описание

- Растения рода Beta характеризуются прочными корнями и обильной листвой. Цветы одиночные, образуют сложные длинные облиственные колосья.
- Культивируемая свекла включает в себя **два подвида - листовую свеклу и корневую свеклу**.
- Кроме существующей распространенной **диплоидной сахарной свеклы** были созданы новые полиплоидные формы.
- Время жизни листьев составляет 20-55 дней. Одновременно с ростом листьев **корневая система достигает глубины 1,5-2,5 м** и увеличивается в радиусе до 60-75 см. Генеративные органы растений образуются после стадии яровизации при 0,5-10°C.

# Биология - размножение и выживание

- Что касается репродуктивной фазы *B.vulgaris*, то в большинстве регионов **корнеплоды не могут пережить зиму** из-за замерзания почвы и хранятся в кагатах. Весной после пересадки корнеплодов в почву появляются листья и образуют розетку. Через 20-30 дней развивается стебель с листьями и соцветием. Семенные растения **начинают цветение на 40-50-й день** после посадки. **Цветы двудомные**, с завязью и тычинками. Рыльце появляется рано (за 7 дней до начала цветения), а **пыльца - через 5 дней**.
- Сахарная свекла **является перекрестно опыляемым** видом. Зерна пыльцы теряют свою жизнеспособность через 5-6 дней после выхода из пыльников. Если оплодотворение не происходит, рыльце может сохранить жизнеспособность в течение 10-12 дней. **Процесс цветения на одном стебле может длиться 14-20 дней**. Процесс оплодотворения длится 24 часа.

## Природные токсины, содержащиеся в растении

- Корнеплод сахарной свеклы **не содержит никаких токсичных или вредных веществ**. Однако листья свеклы содержат щавелевую кислоту, которая может вызвать проблемы, если в качестве корма для скота используются свежие, неочищенные корнеплоды.



# Кроссоверный потенциал

- **Кроссоверный потенциал** - половая совместимость с другими видами культивируемых или диких растений.
- Из-за **кросс-гибридизации** свеклы ее сорта представляют собой **сорта-популяции**, а растениями этих популяций являются **полигибриды близких сортов и биотипов**. Это и есть причина их **генетической гетерогенности и морфологической изменчивости**.  
Изменчивость генотипов отдельных растений вызывает не только их различный ответ на экологические факторы, но в то же время дает возможность получить положительный результат в процессе отбора даже в пределах индивидуального разнообразия.

	Комбинация видовых скрещиваний	Способность к скрещиванию и фертильность
1	<i>B. vulgaris</i> (2x) x <i>B. maritima</i> (2x) и обратное скрещивание	Гибриды также фертильны.
2	<i>B. vulgaris</i> (2x) x <i>B. patula</i> (2x)	Гибриды фертильны.
3	<i>B. vulgaris</i> (2x, 4x) x <i>B. lomatogona</i> (2x)	Гибриды прямого и обратного скрещивания стерильны, гибриды обратного скрещивания фертильны.
4	<i>B. lomatogona</i> (2x) x <i>B. trigyna</i> (6x)	Могут скрещиваться. Гибрид 4x фертильный.
5	<i>B. lomatogona</i> (2x) x <i>B. corolliflora</i> (4x)	Могут скрещиваться. Гибрид 3x стерилен, гибрид 6x фертилен.
6	<i>B. macrorhiza</i> (2x) x <i>B. corolliflora</i> (4x)	Трудно скрещиваемы. Низкая фертильность
7	<i>B. vulgaris</i> (2x) x <i>B. macrorhiza</i> (2x)	Гибриды фертильны.
8	<i>B. vulgaris</i> (2x) x <i>B. trigyna</i> (6x)	Гибриды стерильны.
9	<i>B. vulgaris</i> (2x) x <i>B. atellares</i> (2x, 4x)	Гибриды стерильны.
10	<i>B. vulgaris</i> (2x) x <i>B. procumbens</i> (4x) x <i>B. webbiana</i> (2x)	Гибриды стерильны.
11	<i>B. vulgaris</i> (4x) x <i>B. intermedia</i> (4x)	Гибриды фертильны.

# Сельскохозяйственное использование растения-хозяина

- **Азия** считается **центром происхождения** семейства
- Популяция дикой свеклы *B. vulgaris*, ssp. *maritima* являются наиболее важными для гибридизации. Эти растения цветут в течение второго года; они устойчивы к холоду; с высоким содержанием сахара и достаточным весом корня. Их можно **легко скрестить с культурной свеклой**.
- На **территории Центральной и Восточной Европы** широко распространено производство семян сахарной свеклы. В этом регионе под производство семян свеклы с использованием **методов традиционной селекции** занято около 3000 га. Выращивание семян свеклы в этом регионе продолжается уже много лет, с начала 1970-х годов. **Каждый гектар коммерческих семян сахарной свеклы содержит около 100 000 цветковых растений**. Кроме того, мелкие фермеры в регионе выращивают **красную свеклу и швейцарский мангольд** для частного производства **семян**, что может быть дополнительным **источником потока генов**.

## Сельскохозяйственное использование 2

- Лучшие условия для роста и развития сахарной свеклы в течение вегетационного периода формируются, когда она культивируется **после выращивания озимой пшеницы, высеваемой на слой многолетних трав или однолетних кормовых культур.**
- Во время от посева до прорастания происходит **появление сорняков**, конденсируется почва, ухудшаются водные и воздушные режимы. Основными методами борьбы с сорняками являются агротехнические (сельскохозяйственные). Если их недостаточно, используются различные типы **гербицидов.**

# Взаимодействия: распространённые болезни и вредители *Beta Vulgaris*

- **Основные вирусные заболевания**
- вирус желтухи свеклы (BYV)
- вирус мозаики свеклы (BtMV)
- вирус некротического пожелтения жилок свеклы (BNYW)
- **Основные грибковые патогены**
- Ложная мучнистая роса (*Peronospora farinosa*)
- Мучнистая роса (*Erysiphe betae*)
- **Бактериальные болезни**
- пятнистость листьев свеклы (*Pseudomonas syringae*)
- **Насекомые**
- Жуки (*Atomaria linearis*)
- Земляные блошки (например, *Chaetocnema confinis*)
- Тли (например, *Aphis fabae*)
- Цикадка свекловичная (*Bothynoderes punctiventris*)
- Листоеды *Cassida nebulosa* и *Cassida nobilis*
- Тля свекловичная корневая
- Свекольный клоп
- Моль *Gnorimoschema ocellatella*
- Нематоды
- Свекловичная нематода (*Heterodera schachtii*)

# Характеристики сорняков и потенциал засоренности *B. vulgaris*

- Сам вид может быть серьезным **сорняком**. Так, в коммерческом производстве появлялись сорные растения от **скрещивания культурной сахарной свеклы и диких родственных видов**.
- Свекла преимущественно размножается семенами, хотя растения могут иногда произрастать из частей корнеплодов, оставленных на поле после сбора урожая.
- Большинство семян, оставшихся в верхних 5 сантиметрах почвы, прорастут. **Семена**, которые были перепаханы, оказываются глубже и **могут сохраняться в состоянии покоя** до тех пор, пока условия не благоприятствуют прорастанию. Семена свеклы могут сохраняться в банке семян **более 10 лет**. Оставшиеся самосевы могут прорасти и **потенциально скрещиваться с трансгенной сахарной свеклой**.
- **Пыльца** рассеивается главным **образом ветром**, также некоторый вклад в перенос вносят **насекомые**. Однако в полевых условиях пыльца свеклы довольно чувствительна и жизнеспособна в течение **не более 24 часов**.

# ПРИНИМАЮЩАЯ СРЕДА - Беларусь

- 3.1 Общая информация
- Название страны: Республика Беларусь
- Площадь: 207 595 км<sup>2</sup> (80 153 кв. миль)
- Население: 9 504 700 (данные 2016 года)
- Столица: Минск (также самый большой город)
- 3.2. География и климат
- Беларусь расположена в Восточной Европе. Беларусь **граничит с 5 странами**: с Латвией на севере, Литвой на северо-западе, с Польшей на западе, с Россией на севере и востоке, с Украиной на юге.



# География

- Территория равнинная с редкими возвышенностями, расположенными преимущественно в центральной части Беларуси и составляющими Белорусскую гряду. Самые большие низменности на территории Беларуси: Полесская (на юге Беларуси), Верхненеманская (на западе), Полоцкая (на севере), Нарочанско-Вилейская (Центральный регион).



# Биоразнообразие

- В Беларуси известно около 1500 видов сосудистых растений (включая 1422 **цветковых растения**), 450 мхов, 2000 водорослей и 1500 видов грибов. На севере преобладают хвойные леса, которые также включают березу и ольху; дальше на юг растут другие лиственные деревья.
- **15,4% территории** Беларуси покрыты **лугами**, причем одна треть является естественной, а остальные специально культивируются. Наиболее распространенными растениями на естественных лугах являются луговик (*Deschampsia*) и несколько разновидностей осок (*Carex*). В болотах произрастают **267 видов высших растений - травы (167 видов)**, деревья и кустарники (37 видов), зеленые мхи (32 вида) и сфагновые мхи (31 вид). 50 из них считаются лекарственными растениями.
- **В Красной книге страны** насчитывается 17 видов млекопитающих, 72 вида птиц, 4 вида амфибий, 10 видов рыб и 72 вида насекомых. В целях защиты их в местах их обитания были созданы государственные заповедники и заказники.

# Охраняемые территории и виды, находящиеся под угрозой исчезновения

- Protected Areas:
- Total protected area: 1.8 million hectares
- Number of protected areas - 1285

Number and Status of Species		Birds	
Higher Plants		Total known species (number), 2015-2017	329
Total known species (number), 2015-2017	1 550	Number of threatened species, 2015-2017	70
Number of threatened species, 2015	223		
Mammals			
Total known species (number), 2015-2017	79-81		
Number of threatened species, 2015-2017	20		

# Некоторые охраняемые и знаковые виды Беларуси



## **Желтушка раKITниКовая**

*Colias Myrmidone*

Включена в Красную Книгу Беларуси в 2015 г., в Красную книгу Европейских дневных бабочек, приложения II и IV К Директиве ЕС о местообитаниях, Красные книги Польши, РФ.

Ареал распространен от юго-восточной Германии на западе до Северо-Западного Казахстана на востоке. В Беларуси вид отмечен по всей территории.

Заселяет хорошо прогреваемые поляны, просеки, вырубки, разреженные участки леса и сухие сосняки, остепненные склоны холмов, реже – опушки широколиственных и смешанных лесов. Мигрирующие особи регистрируются на агроценозах, чаще на полянах клевера, а также в урбацинозах крупных городов. Самки откладывают яйца на листья раKITника русского.



## **Моховой шмель**

*Bombus muscorum*

Включен в Красные книги Беларуси, Украины, Эстонии, РФ

### **Распространение:**

От Европы через Малую Азию, Казахстан, Западную Сибирь до побережья Тихого океана. В Беларуси распространен по всей территории, по северу чаще .

### **Местообитания:**

Луга, преимущественно пойменные, лесные опушки и обширные поляны, агроценозы клевера.

## Краткая оценка риска которая будет включать следующие этапы:

- - Идентификация целей биобезопасности
- - Выбор параметров оценки и возможных опасностей
- - Формулировка гипотезы
- - Разработка сценариев риска для проверки гипотезы
- - Выводы
- - Идентификация элементов, которые будут/могут быть включены в отчет РА