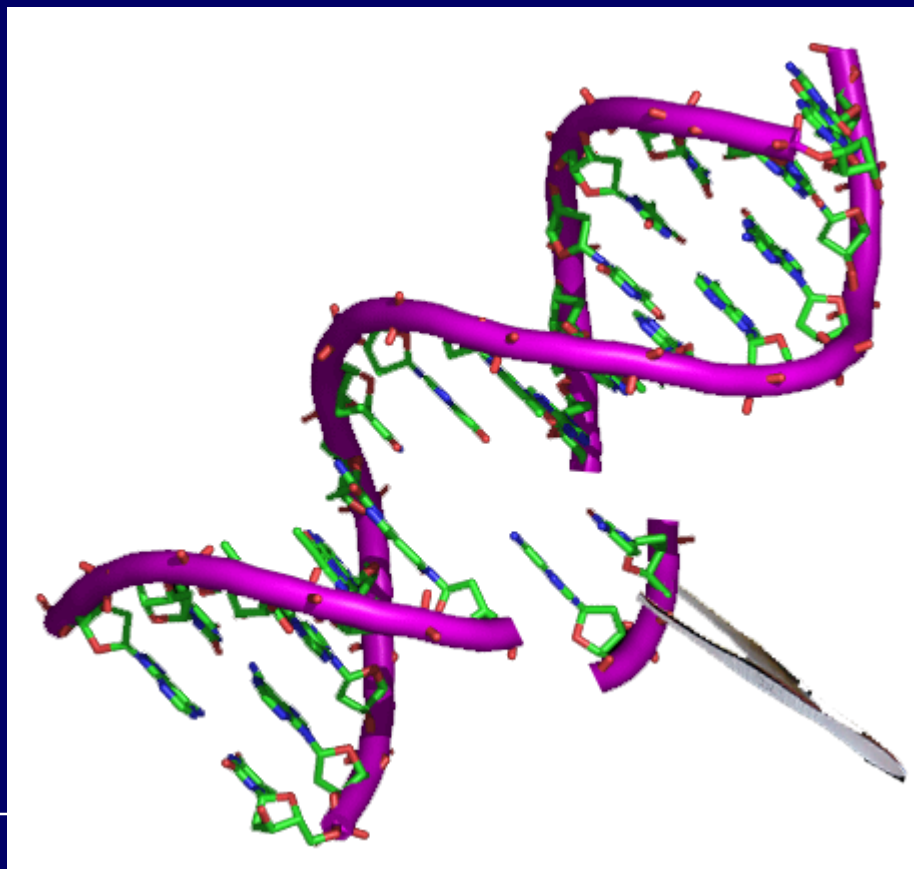
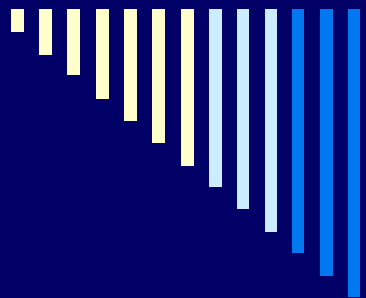


Трансгенні рослини





Друга половина ХХ століття –
нова стадія розвитку людства -
глобалізація



Глобальні небезпеки і загрози
зачіпають все людство і весь світ !!!
Єдина планетарна доля !!!

Сучасні екологічні виклики людства

- ❑ Антропогенна зміна клімату («глобальне потепління»)
- ❑ Озонові «дірки», тропосферний озон
- ❑ "Кислотні дощі"
- ❑ Вичерпання ресурсів
- ❑ Забруднення навколишнього середовища
- ❑ (атмосфери, літосфери, гідросфери)
- ❑ Збереження біорізноманіття



Демографічна проблема і проблема голоду

- 7.4 млрд осіб - населення Землі (2017 р)
- Населення Азії за останні 40 років збільшилося в 2 рази (60% населення планети, Китай та Індія - 35%)
- 1 млрд осіб не мають доступу до необхідної кількості води
- близько 2 млрд осіб - голодує
- 1/2 населення планети – не доїдає
- 1/4 населення планети - голодує
- Вперше проблема була поставлена в доповідях «Римського клубу»



Fighting Hunger Worldwide



World Food Programme

Hunger Map 2011

Category	1	2	3	4	5	
Undernourished	<5%	5-9%	10-19%	20-34%	≥35%	Incomplete data
Description	Extremely low	Very low	Moderately low	Moderately high	Very high	

Sources: The State of Food Insecurity in the World 2010, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011 World Food Programme.

The designations employed and the presentation of material in this map do not imply the expression of any opinion whatsoever of WFP concerning the legal or constitutional status of any country, territory or sea, or concerning the delimitation of frontiers. The United Nations Secretariat has approved the use of the term 'occupied territories' as used by Israel and the Palestinian Authority. The final status of Jerusalem has not yet been agreed upon by the parties.





Шляхи вирішення проблеми голоду

- Сучасний рівень с / г виробництва (рослинництва) \approx 5 млрд т в рік
- Щоб прогодувати зростаюче населення планети Землі до 2025 року необхідно збільшити сільськогосподарське виробництво продукції
 \approx на 50% =>
- Необхідно інтенсифікувати виробництво с / г продукції
- «Зелені революції»



«Зелені революції»

□ 1 - початок ХХ століття

(інтенсифікація с / г виробництва,
механізація, колективні господарства і т.д.)

□ 2 - 60-70 р.р. ХХ століття

(нові високопродуктивні, низькорослі
(карликові), фотоперіодично нейтральні
сорти злаків (пшениці і рису)

□ 3 - 2000 «біотехнологічна революція»

(створення трансгенних с / г рослин)

«Зелена революція»

1968 год



- Ідеолог Норман Борлауг – селекціонер та генетик
1970 г. - Лауреат Нобелівської премії
- Передові технології - в країни «третього світу»
- Цільові перенесення генів **rht** (короткостебельності) - збільшення міцності стебла – стійкість до полягання
- ФГН - розширення ареалу обробітку

Crop production in the world

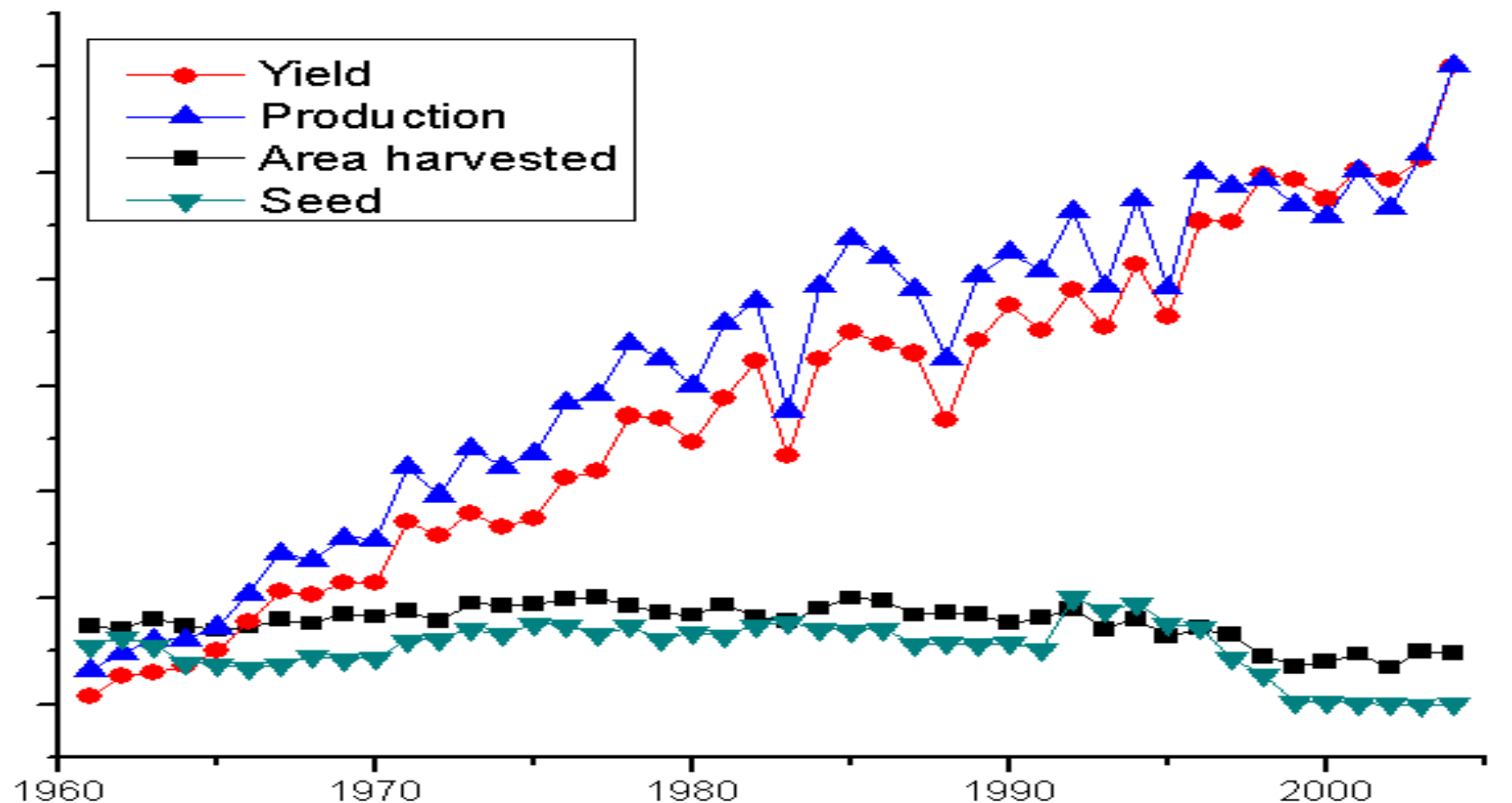
(according to FAO)



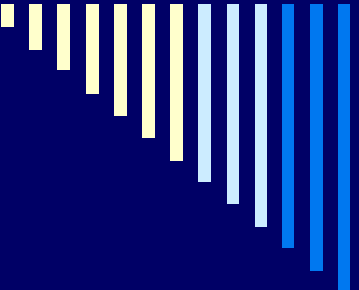
Продовольственная и
сельскохозяйственная
организация
Объединенных Наций

За мир без голода

Total world production of coarse grain, 1961-2004



Source: FAO



Генетична (генна) інженерія рослин

- ГІ - наука про створення нових форм організмів за рахунок «перенесення» генів з однієї біологічної системи в іншу
- ГІ - розділ експериментальної молекулярної біології
- ГМО (трансгени) генетично модифіковані організми, генетичний апарат яких штучно змінений для поліпшення їх властивостей



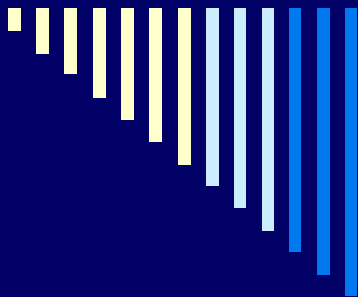
Недоліки традиційної селекції

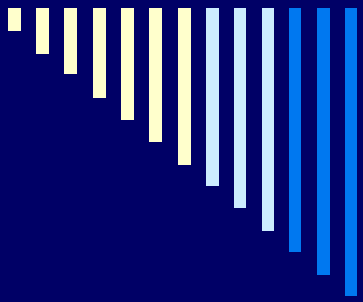
- ❑ Обмеженість набору ознак
(створення нового сорту можливо тільки в межах одного виду)
- ❑ Випадковість комбінування ознак
(схрещування, мутагенезу)
- ❑ Тривалість виведення нових сортів



Історія розвитку ГМ в рослинництві

- 1983 - перші рослини з використанням ГМ (тютюн)
- 1994 - томат FLAVR SAVR
- 1995 - ГМ соя RAUDAR RADY
- 1997 - 17 сортів ГМ с / г культур
- 2000 - «золотий» рис
- 2017 - ГМ рослини обробляють на 181,5 млн га млн га в 28 країнах світу





Завдання ГІ рослин в рослинництві

- Збільшення продуктивності і стабільності рослинництва
- стійкість до гербіцидів
- стійкість до патогенів
- стійкість до абіотичних факторів
- Удосконалення якісних характеристик рослинництва
- збалансованість біохімічного складу
- поліпшення смакових якостей
- транспортування і зберігання



Етапи створення трансгенів

- Отримання цільових генів
- Створення векторів (конструкцій:
промотор + цільовий ген + термінатор + маркер)
- Трансформація рослинних клітин
- Виявлення функціонуючого цільового гену
- Регенерація цілої рослини з трансформованих клітин

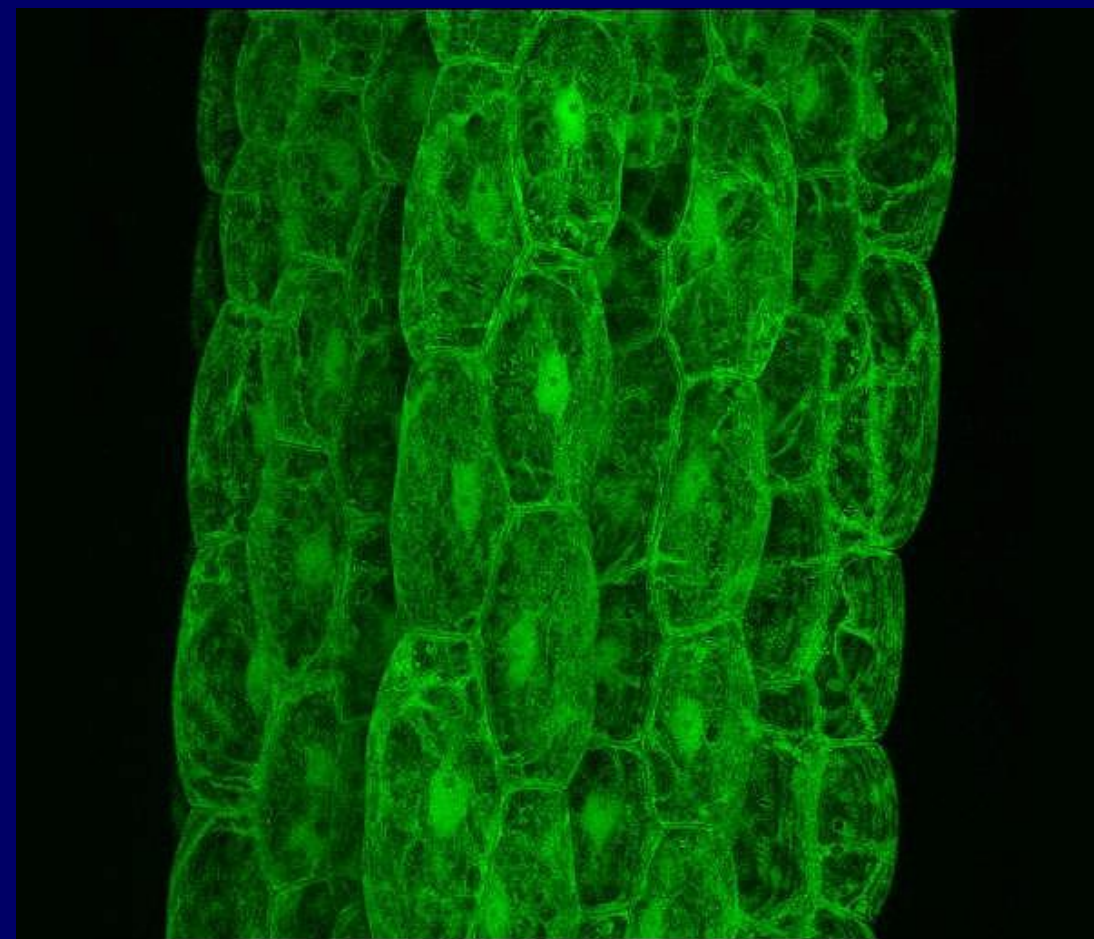


Етапи створення трансгенів

- Цільовий (рекомбінантний) ген
- Промотор – 35 S *CaMV* вірус мозаїки цвітної капусти
Cauliflower mosaic virus
- Маркерні гени:
 - Селективні (стійкість до токсичної речовини – антибіотиків – канаміцин, гігроміцин; гербицидів)
 - Репортерні гени - наявність рекомбінантного білка (ген зеленого флюоресцентного білка *gfp*, ген глюкуронидази (*uidA*))

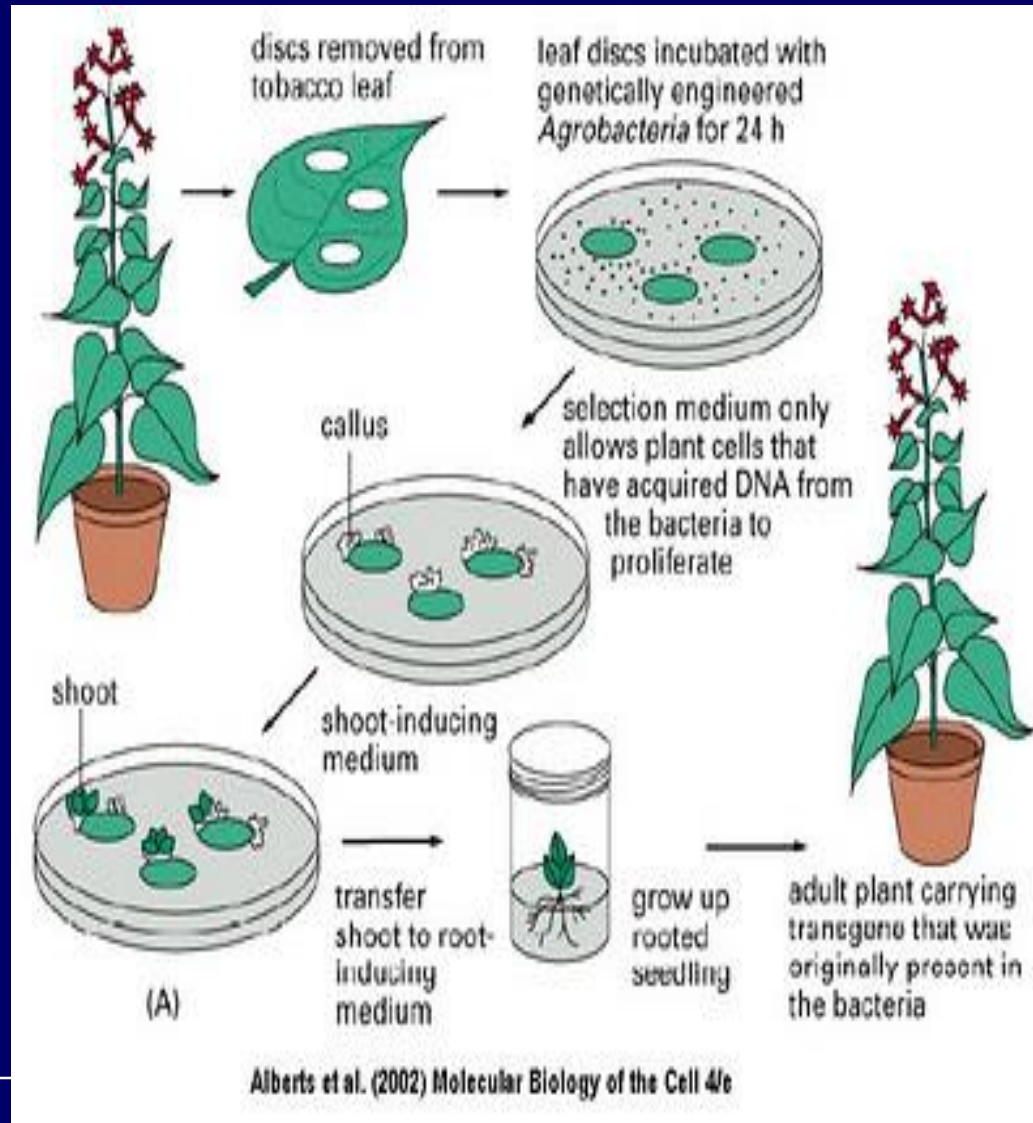


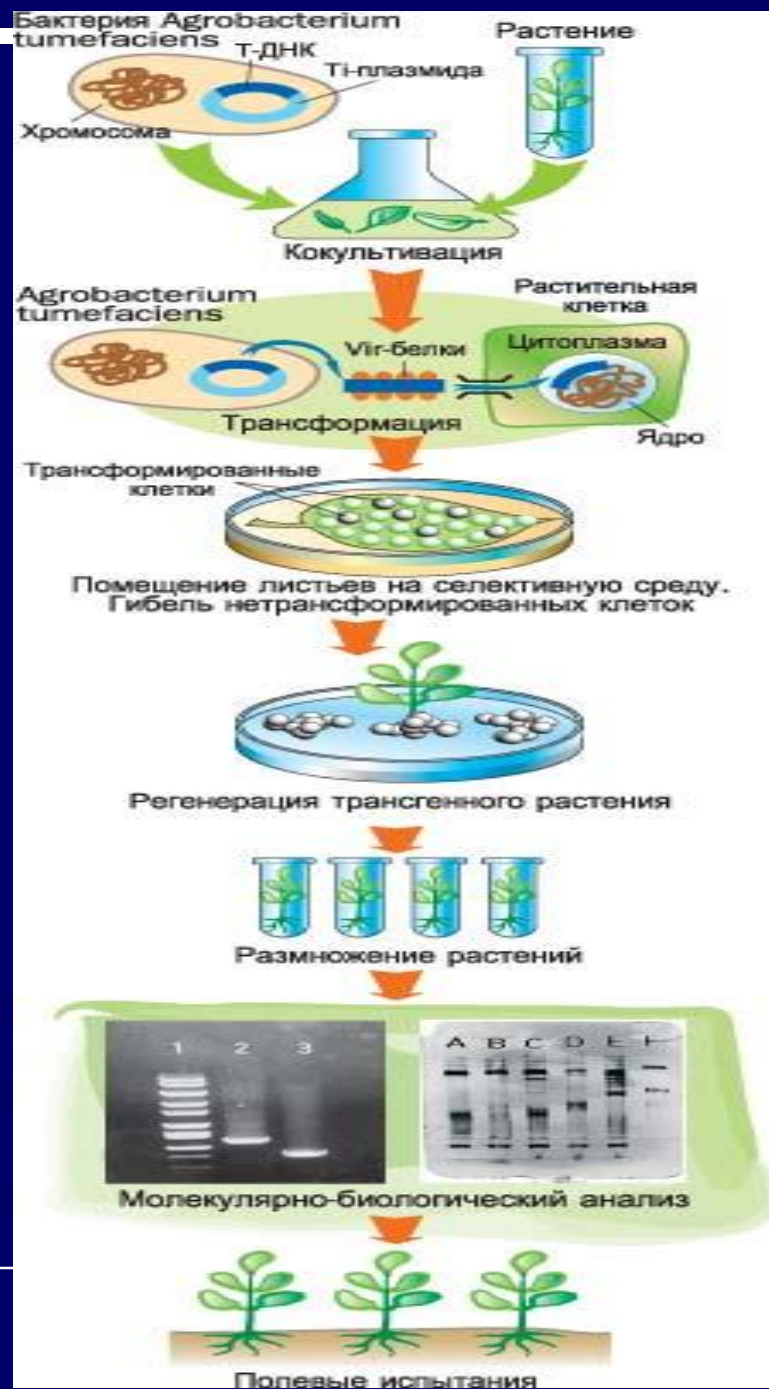
Селективний ген глюкуронідази



ген зеленого флюоресцентного білка

Етапи створення трансгенної рослини





- 1 – сокультивування
- 2 – трансформація
- 3 – селективне середовище
- 4 - регенерація трансгенної рослини
- 5 – розмноження
- 6 – ПЦР аналіз
- 7 – польові досліді



«Природна» генна інженерія

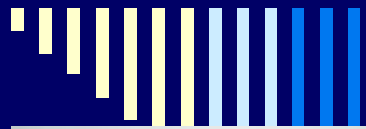
➤ МГЕ - мобільні генетичні елементи або транспозони:

- ❑ ретротранспозони,
- ❑ ДНК-транспозони,
- ❑ плазміди,
- ❑ бактеріофагі

- Приклад «природної» генної інженерії – агробактеріальна трансформація дводольних рослин
- Грунтова бактерія *Agrobacterium tumefactions* викликає утворення так званих «корончатих галлів» у рослин

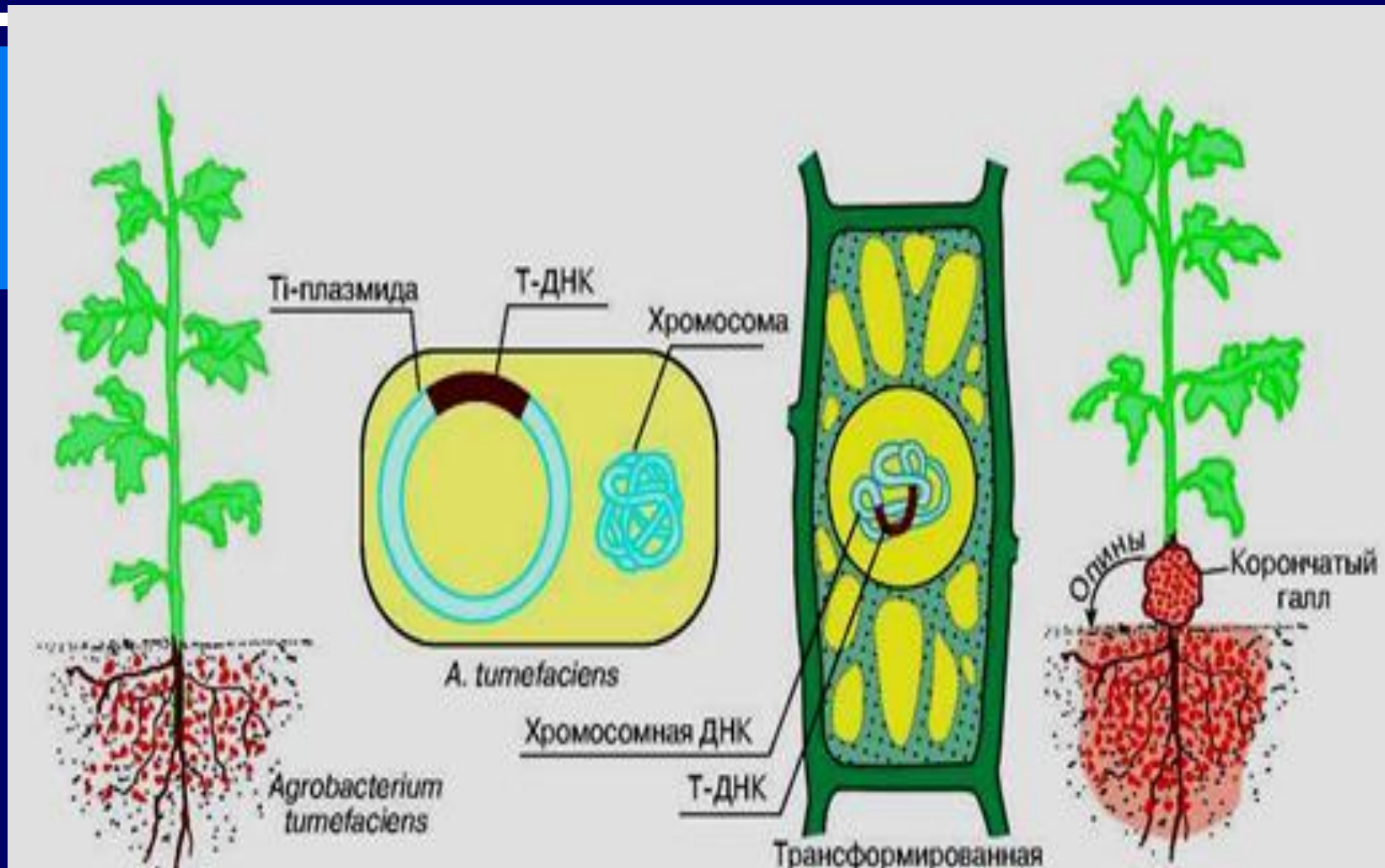
Agrobacterium tumefactions





Rhizobium rhizogenes

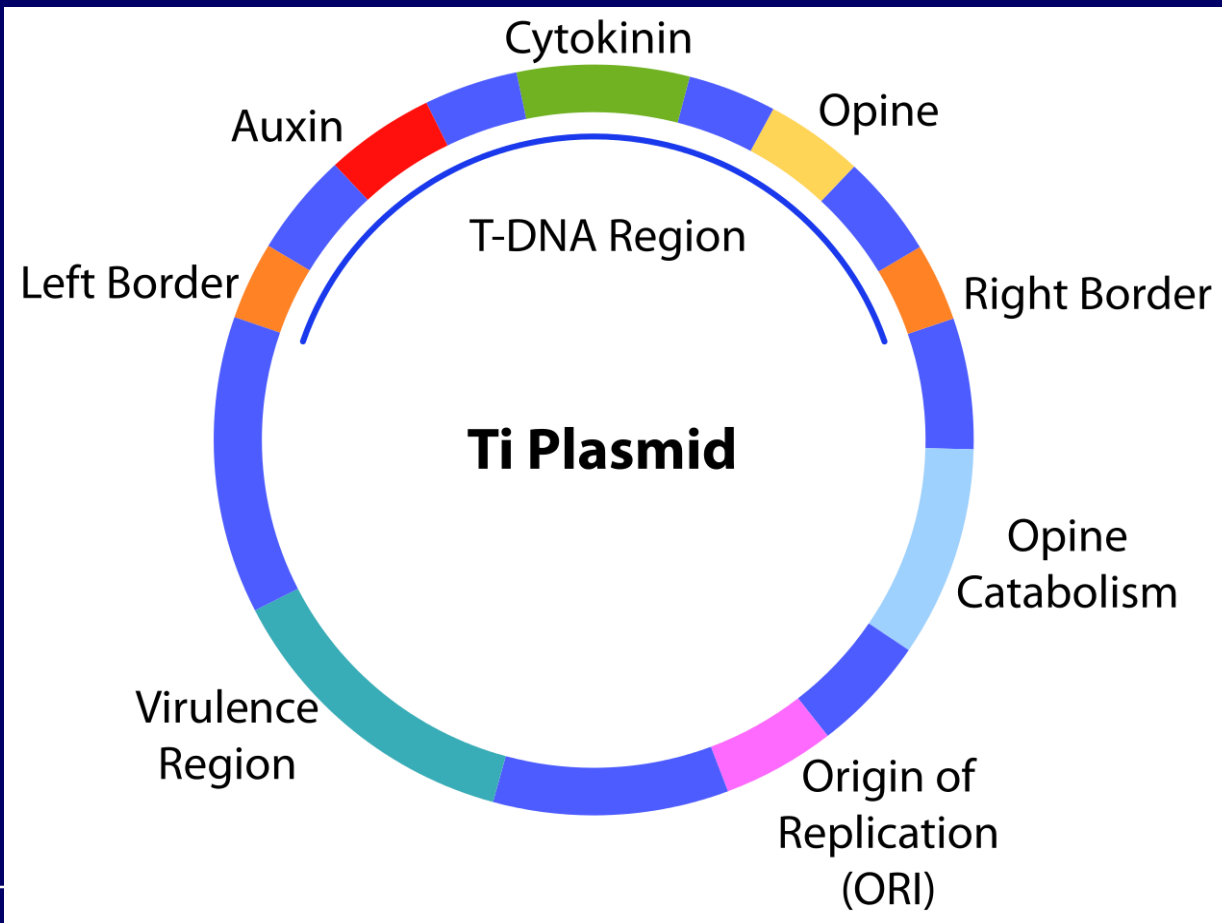




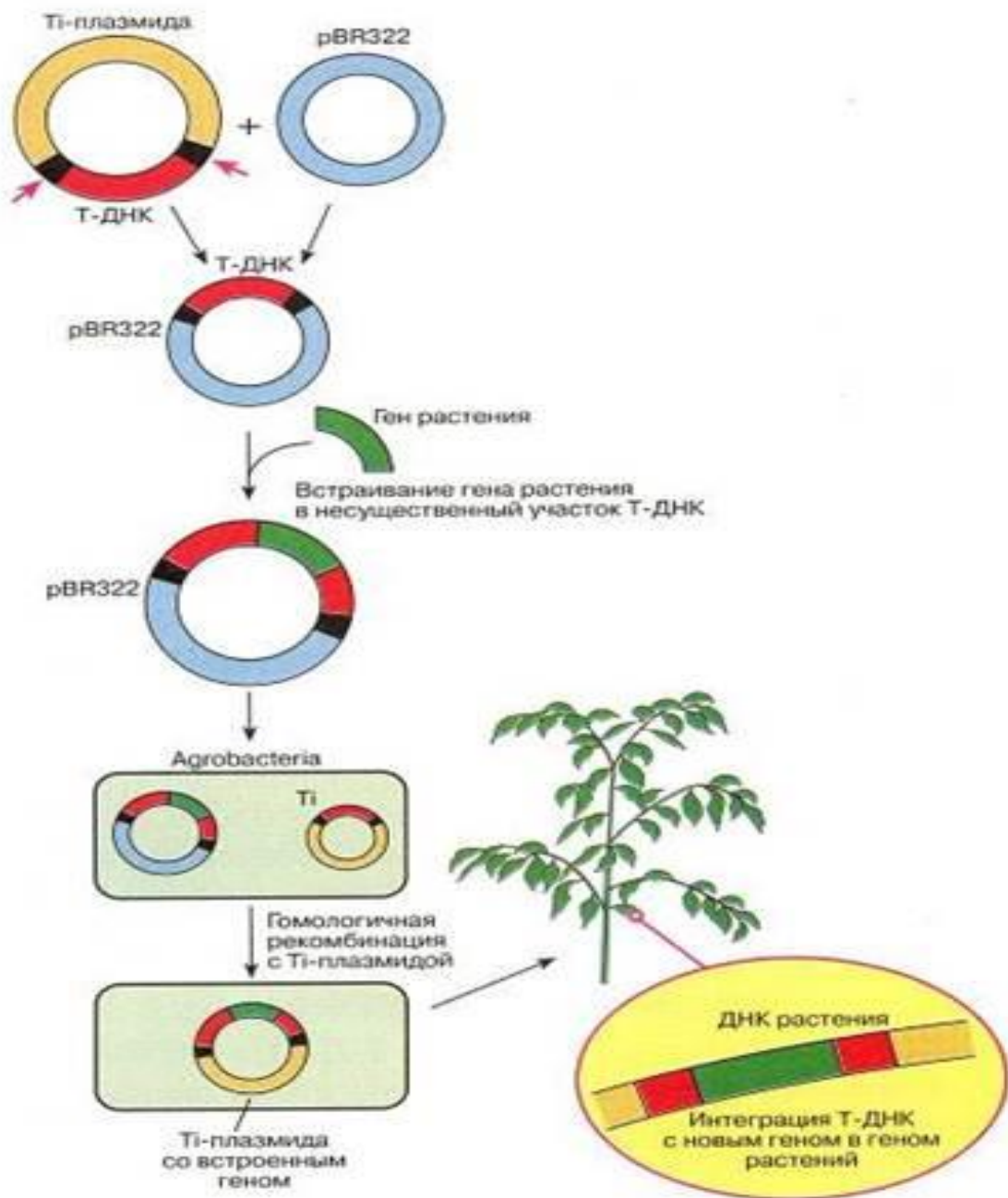
Генетическая колонизация высшего растения бактерией *A. tumefaciens*:

- 1 - *A. tumefaciens* существует в ризосфере (корневой сфере) растения;
- 2 - в клетках бактерии наряду с ее хромосомой существует Ti-плазмида;
- 3 - Ti-плазмида проникает в клетку растения, и часть ее (Т-ДНК) встраивается в геном растения;
- 4 - это приводит к образованию опухоли - корончатого галла и синтезу опинов

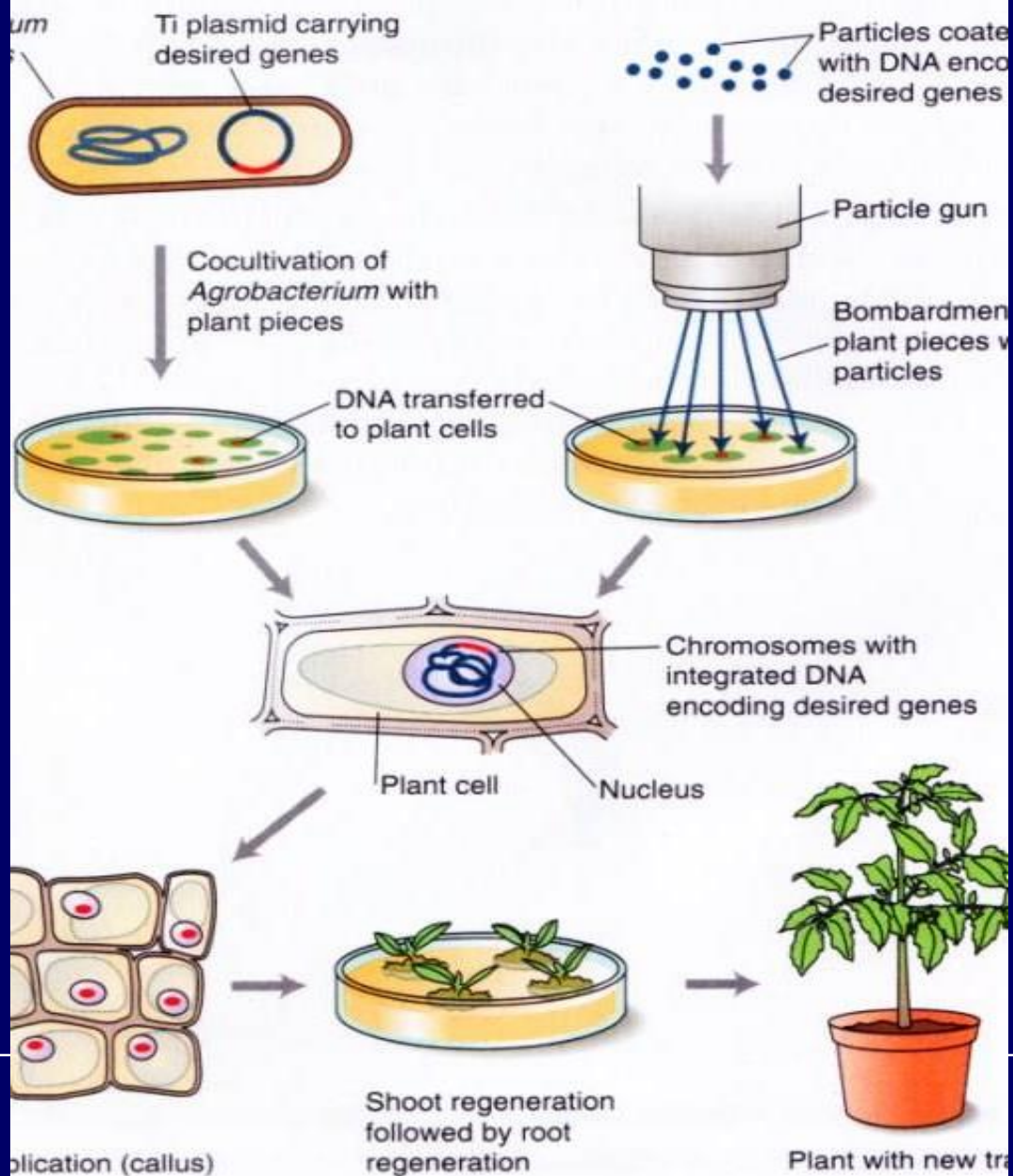
Ti –плазміда *tumor inducing*



- Ti-плазміда - кільцева дволанцюгова молекула ДНК, що складається з 214 233 пар основ містить 199 генів.
- До складу плазміді входить Т-ДНК-region, який може інтегруватися в геном рослини
- Гени *vir*-region відповідають за вирізання і перенесення Т-ДНК в клітини рослини



Agrobacterium method





Методи створення трансгенних рослин

фізичні

прямі:

- електропорація
- використання ПЕГ

За допомогою фізичних
переносників:

- бомбардування
мікрочастинками
- мікроін'єкції

біологічні:

агробактеріальної
трансформація

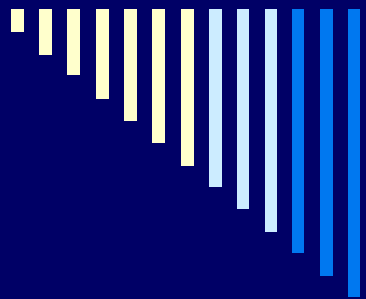
віруси

введення ДНК за допомогою
ліпосом

злиття протопластів з
бактеріальними
сферосомами, що містять
плазмід



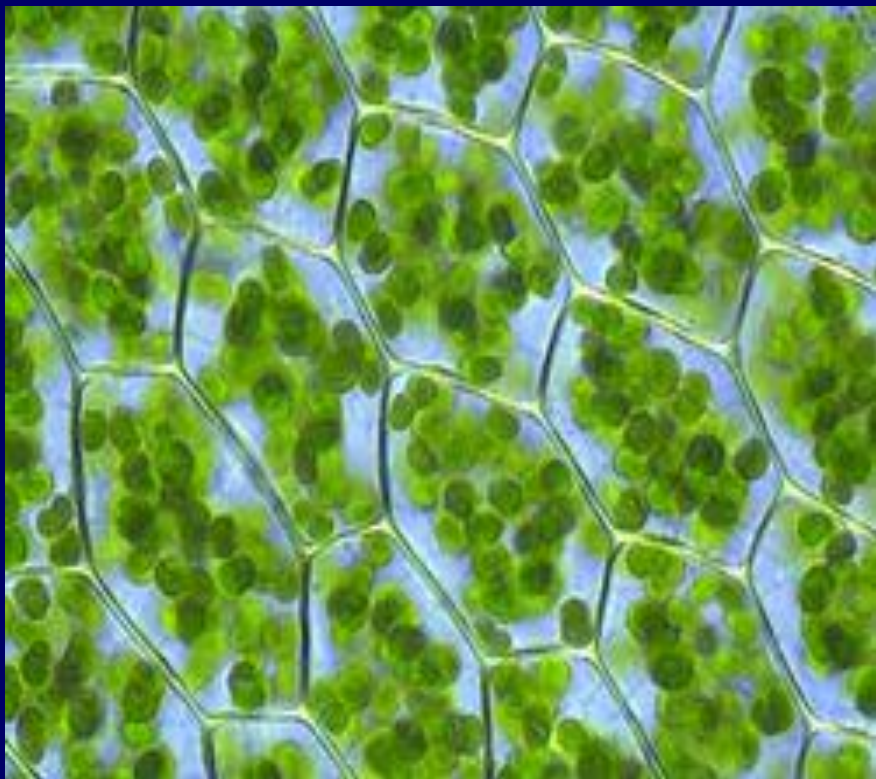
Генна пушка – метод біобалітики



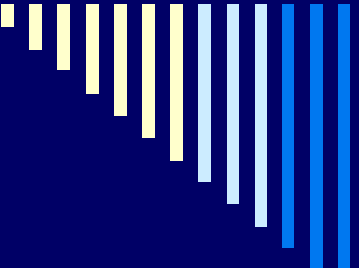
Трансформація цілої рослини (in planta)

- Інкубація насіння в суспензії бактерій з наступним проращуванням
- Вакумне нанесення агробактерій на квіти
- Інкубація квітів в суспензії бактерій (floral dip)
- Інкубація експлантів тканин меристем з агробактеріями

Трансгенні хлоропласти (Транспластомні рослини)



- Транспластомні рослини – генетично модифіковані рослини, у яких трансген введено до хлоропластного геному



Переваги використання хлоропластів для експресії трансгенів

- ❑ В фотосинтезуючій клітині присутні сотні хлоропластів та сотні копій трансгену
 - ❑ Сумарний рівень експресії трансгену в хлоропластах може бути в ~ 50 разів вище, ніж того ж ядерного трансгену
 - ❑ Трансгени хлоропластів не схильні до сайленсінгу і ефекту положення (локалізовані в міжгенних областях)
 - ❑ Трансгени хлоропластів не передаються через пилок, що запобігає їх неконтрольованому розповсюдженню
 - ❑ Правильний фолдінг і утворення дисульфідних зв'язків у білків людини
 - ❑ Низька токсичність рекомбінантних білків
-



Фізіологія трансгенної рослини

- Вивчення метаболізму і порівняння з немодифікованими рослинами
- Використання ГІ як методу для з'ясування механізмів фізіологічних процесів
- Вивчення інтегральних фізіологічних процесів (стійкість, ріст і розвиток і т.д.)



Експресія генетичного матеріалу в трансгенних рослинах

- «Замолкання генів» (gene silencing)
- Рекомендації для трансгенів:
- Не більше одного вбудованого гена на гаплоїдний геном
- Сигнальні частини вектор не повинні мати довгих ділянок
- Фрагменти плазмидної або вірусної ДНК повинні бути видалені з конструкції



Напрямки використання ГМ в рослинництві

- Збільшення продуктивності і стабільності рослинництва:
- стійкість до гербіцидів
- стійкість до патогенів
- стійкість до абіотичних факторів
- Удосконалення якісних характеристик рослинництва:
- сбалансованість складу
- поліпшення смакових якостей
- транспортування і зберігання

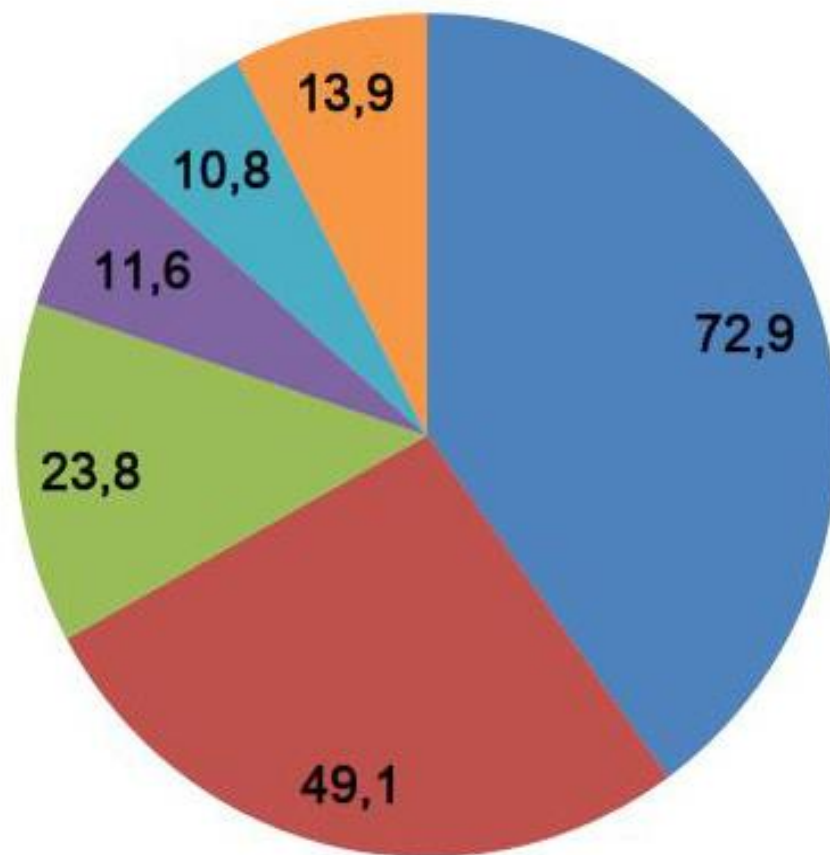


Трансгенні рослини в рослинництві

- ГМ – рослини, стійкі до гербіцидів
 - ГМ - рослини, стійкі до комах-шкідників
 - ГМ - рослини, стійкі до захворювань
 - ГМ - рослини, стійкі до вірусів
 - ГМ-рослини, стійкі до абіотичних факторів
-



Страны-лидеры по ГМ-посевам*



- США
- Бразилия
- Аргентина
- Канада
- Индия
- Остальные

* млн га, в 2016 году

Источник: ISAAA

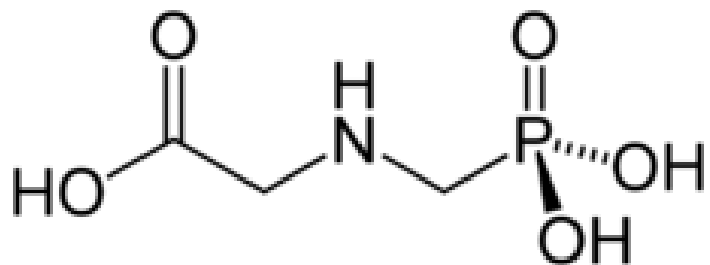
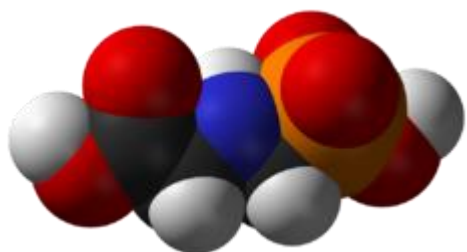
ГМ – гербіцидстійкі рослини

Гліфосат

N-(фосфонометил)-гліцин,
неселективний системний
гербіцид

1970 год Джон Франц
американська компанія
Монсанто (Monsanto)

Торгова назва гліфосату Roundup (кругова оборона), в честь кола з фургонів, через яке американські переселенці відстрілювалися від індіанців





Біохімічна (токсична) дія гліфосату

- гербіцид інгібує фермент рослин 5-енолпіруват-шікімат-3-фосфат синтетазу
- Цей фермент є компонентом ферментної системи шікіматного шляху біосинтезу бензоароматичних мполок і синтезує хорізмат - попередник трьох ароматичних протеїногенних амінокислот (фенілаланіну, тирозину і триптофану)
- Не токсичний для тварин
- $LD_{50} = 5600$ мг / кг маси



Застосування

- Найпоширеніший гербіцид в світі. Багато сільськогосподарських культур за допомогою методів генної інженерії роблять стійкими до гліфосату. Це значно збільшує ефективність боротьби з бур'янами на посівах таких культур.
- Поряд з деякими іншими гербіцидами гліфосат використовувався США в боротьбі з виробництвом наркотиків, зокрема з посадками коки в Колумбії.



Трансгенна соя RR

Трансгенна соя - стійка до гербіциду Раундап 1996 рік
Торгова марка «Раундап Реді»
(Roundup Ready, або RR)

Ready-рослини містять повну копію гену енолпірувілшікіматфосфат-синтетази (EPSP synthase) з ґрунтової бактерії *Agrobacterium* sp. strain CP4, перенесену в геном сої за допомогою генної гармати (Gene Gun), що робить їх стійкими до гербіциду гліфосату, що застосовується в усьому світі для боротьби з бур'янами

За хімічним складом і поживними властивостями не відрізняється від звичайної. ГМ-соя входить до складу все більшого числа продуктів.

ГМО соя *Glycine Max* Merr.







Походження, вирощування

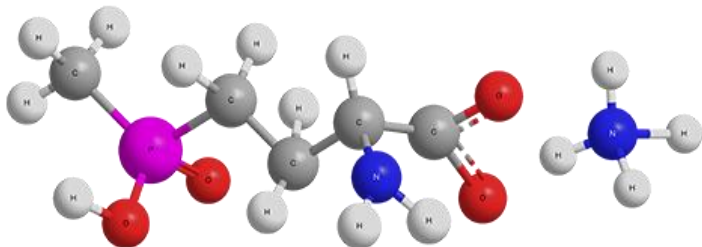
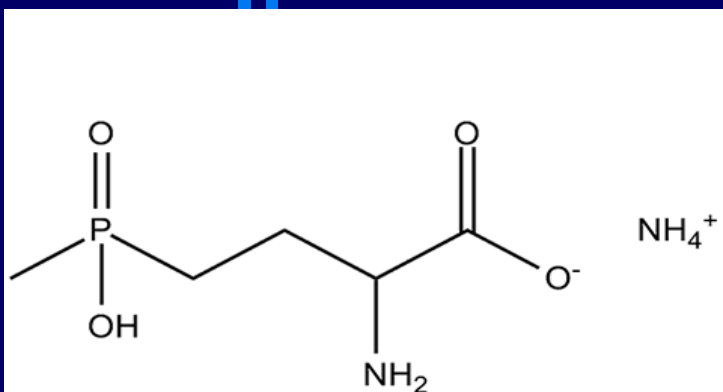
- ❑ Фірма Монсанта (Monsanto, Сент-Луїс, шт. Міссурі) - світовий лідер поставок ГМ-сої. В 2007 р. RR-соя вирощується на 92% всіх посівних площ США, засіяних цією культурою
 - ❑ Технологія «Раундап Реді» захищена в Північній Америці низкою патентів, так що при покупці трансгенної сої американські і канадські фермери підписують контракт, який забороняє їм залишати собі насіння
 - ❑ В Аргентині та Бразилії, інших основних світових постачальниках сої, захист інтелектуальної власності не так розвинен, що призводить до ситуації масового піратства технології «Раундап Реді»
-



Використання

- ГМ-соя дозволена до імпорту та використанні для їжі в більшості країн світу, в той час як посів і вирощування ГМ-сої дозволені далеко не скрізь.
- Велика частина культивованої в світі трансгенної сої йде на отримання рослинної олії, а також на корм худобі і птиці. В останні роки все більше стає популярним використання сої для отримання біодизелю.

Стійкість до глюфосінату амонію



- Фосфінотріцин - пригнічує глютамінсінтазу, що призводить до виснаження запасів глютаміну і накопиченню аміаку, отруєння рослини
- Ген стійкості кодує фермент фосфінотріцин ацілтрансферазу, що руйнує гербіцид



Стійкість до хвороб (комах - шкідників)

□ Фактор, що обмежує врожайність рослин –
Хвороби с /г культур

Захворювання рослин - збудники:

- 30 тис. – грибних та бактеріальних інфекцій
- 10 тис. – комахи
- 600 - нематоди
- 300 - віруси



ГМ рослини, стійкі до комах-шкідників

Bt - рослини

- Bt - (cry гени), кодуючі інсектицидні білки
- Bt - (cry гени) не токсичні для людини
- Bt – кукурудза, бавовник, рис, картопля, баклажан та ін.
- гени кандидати :
- гени, що кодують інсектопестіциди гриби
- гени інгібітори серинової та цистеинової протеаз, с-амілази, лектинів, хитиназ, липоксигеназ



Bacillus thuringiensis

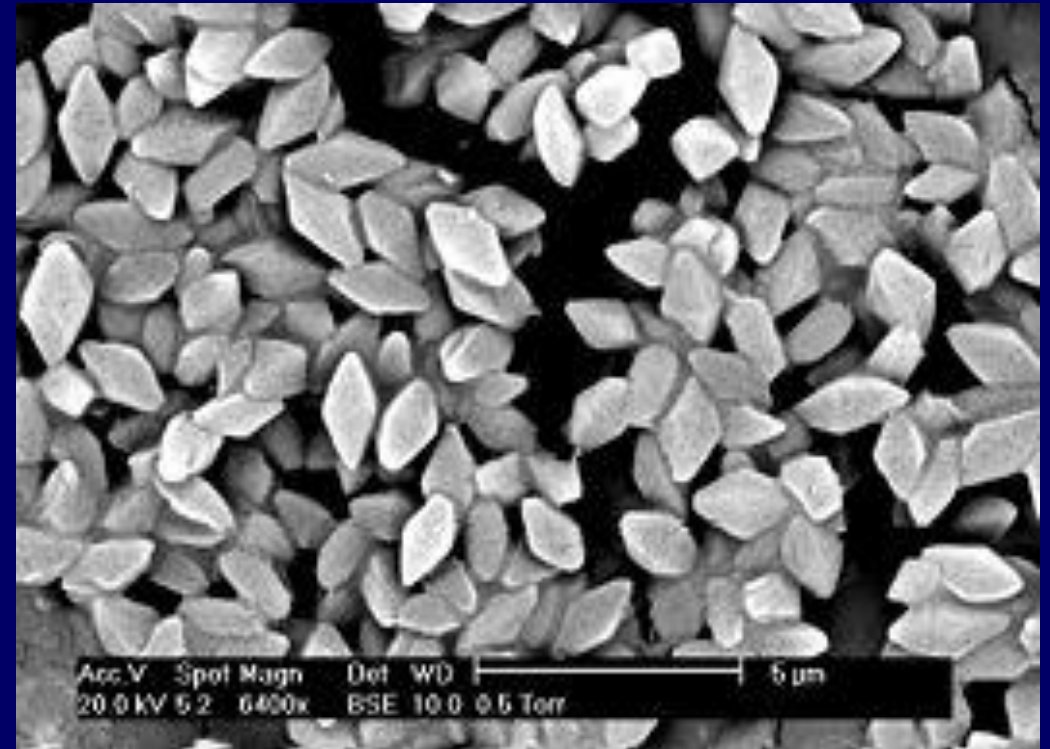
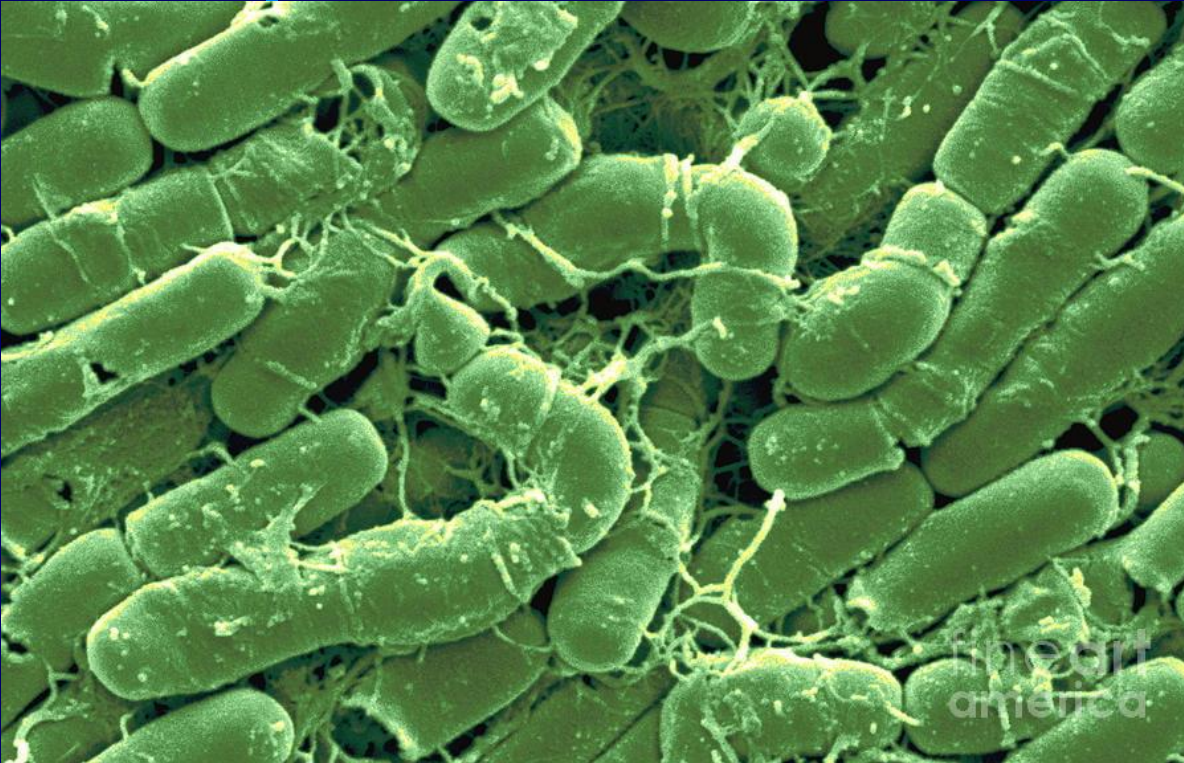
- *Bacillus thuringiensis* - грампозитивна, спороутворююча ґрунтова бактерія
- Клітини і специфічний кристалічний білковий δ -ендотоксин виявляють інсектицидну дію по відношенню до багатьох представників комах та нематод
- Використовується в біозахисті рослин
- За допомогою гена ендотоксину (Cry-токсину) здійснена трансформація рослин і отримані ГМ рослини, стійкі до поїдання шкідниками



Cry-ТОКСИНЫ

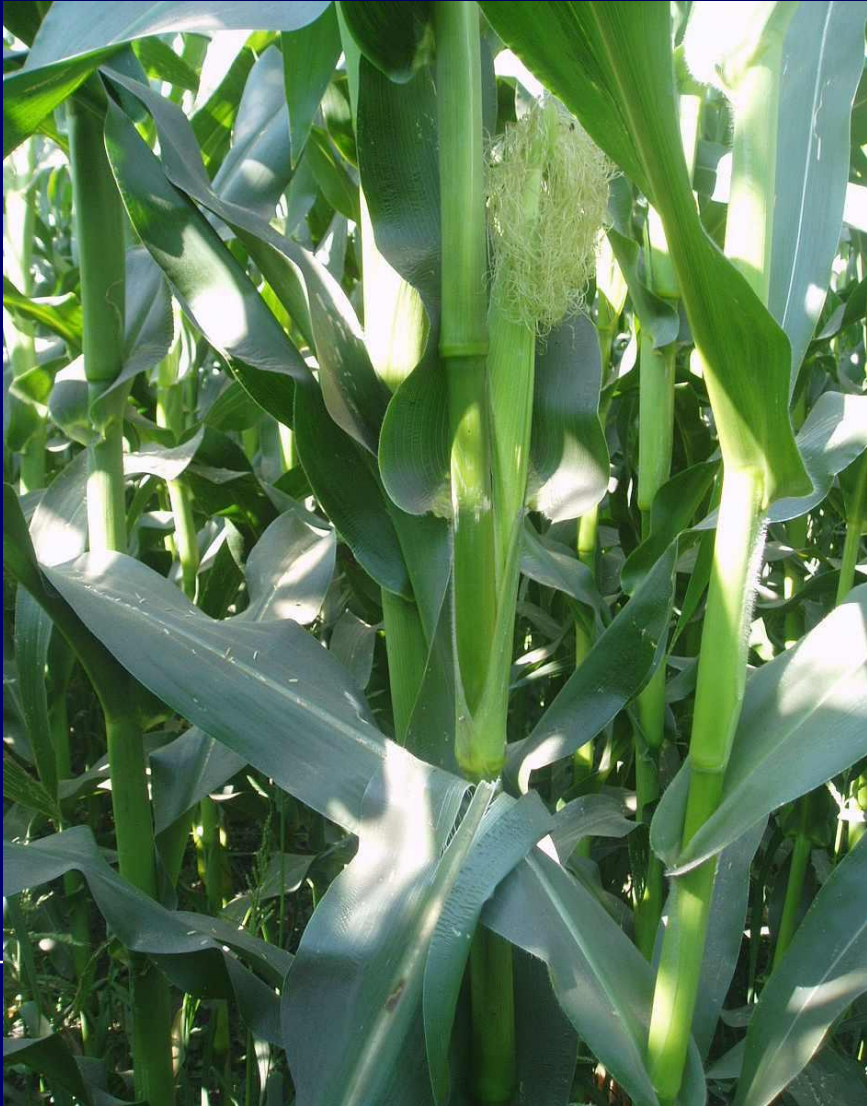
- ❑ Кристал токсину є агрегат, що складається з високомолекулярного білка (130-140 кДа). Є протоксін, необхідна попередня активація, практично не розчиняється у воді (розчиняється лише в середньому кишечнику чутливих видів комах при рН близько 9.5) і є безпечним для всіх хребетних (включаючи людину).
- ❑ Виявляє високу специфічність по відношенню до комахи-господаря.
- ❑ Після розчинення в кишечнику піддається розщепленню протеазами з утворенням активного δ -токсину з молекулярної масою 60 кДа.
- ❑ Активний токсин прикріплюється до мембран епітелію середнього кишечника комах, викликаючи зрівнювання концентрацій іонів зовні і всередині клітин, що призводить до порушення роботи травної системи личинки, поступово викликаючи голодну смерть.
- ❑ Зниження рН кишечника личинок необхідно *B. thuringiensis* для створення сприятливих умов для свого розвитку і розмноження в тілі господаря

Bacillus thuringiensis



ГМО кукуруза

Zea mays L



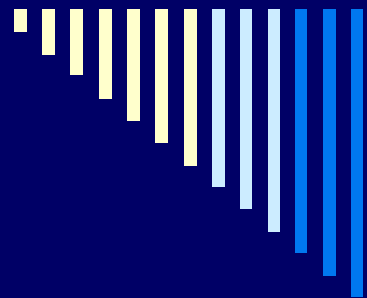
ГМО хлопчатник *Gossypium*





ГМ –рослини, стійкі до захворювань

- Створення «піраміди» генів
 - Посилення сигнальних систем, що беруть участь у формуванні імунної відповіді
 - Синтез антигрибкових протеїнів
 - Управління апоптозом
-



ГМО для поліпшення збереження та якості плодів і овочів

- Антисмислова послідовність полігалактуронази - інгібування розм'якшення плодів
- Блокування синтезу етилену - антисмислова послідовність аміціклопропан1-карбоксилатсінтаза - ключовий фермен циклу Янга
- Створення безнасієних плодів

ГМО – томаты *Solánium lycopersicum*





ГМ-рослини, стійкі до абіотичних факторів

- Сольовий стрес синтез осмопротекторів – гліцинбетаїн, пролін та ін.
- (Ферменти синтезу - холінмонооксидаза бетаінальдегіддегідрогеназа)
- Морозостійкість - гідрофільні антифризні білки
- COR - CBF-1-ген експресії сем-ва
- Окислювальний стрес - гени синтезу каталази, ПР, СОД

ГМО пшеница

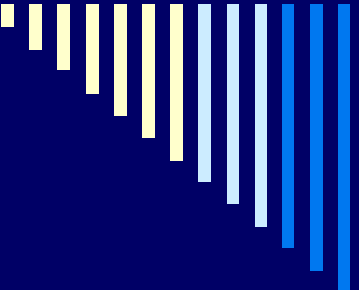
Triticum





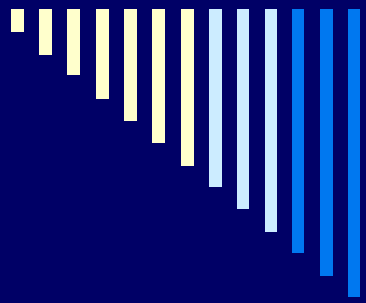
ГМ - рослини, стійкі до вірусів

- Введення в геном рослини-господаря генів вірусної оболонки
- Синтез моноклональних антитіл
- Введення генів, що кодує РНК-репліказу
- Індукція синтезу білків загальної відповіді на вірусну інфекцію



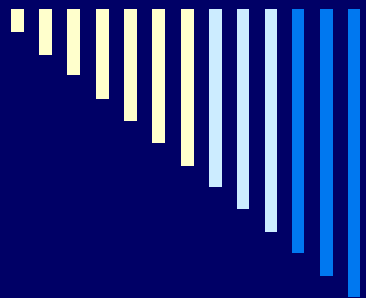
ГМ рослини із заданим біохімічним складом

- запасні білки
 - 8 незамінних АМК
 - Злаки дефіцитні по лізину і триптофану
 - Бобові - метіоніну і цистеїну
 - Змінювати АМК склад запасних білків
 - Підвищити вміст наявних АМК
 - Фітин - запасний фосфор
 - Ген фітази - *phyA Aspergillus niger*
-

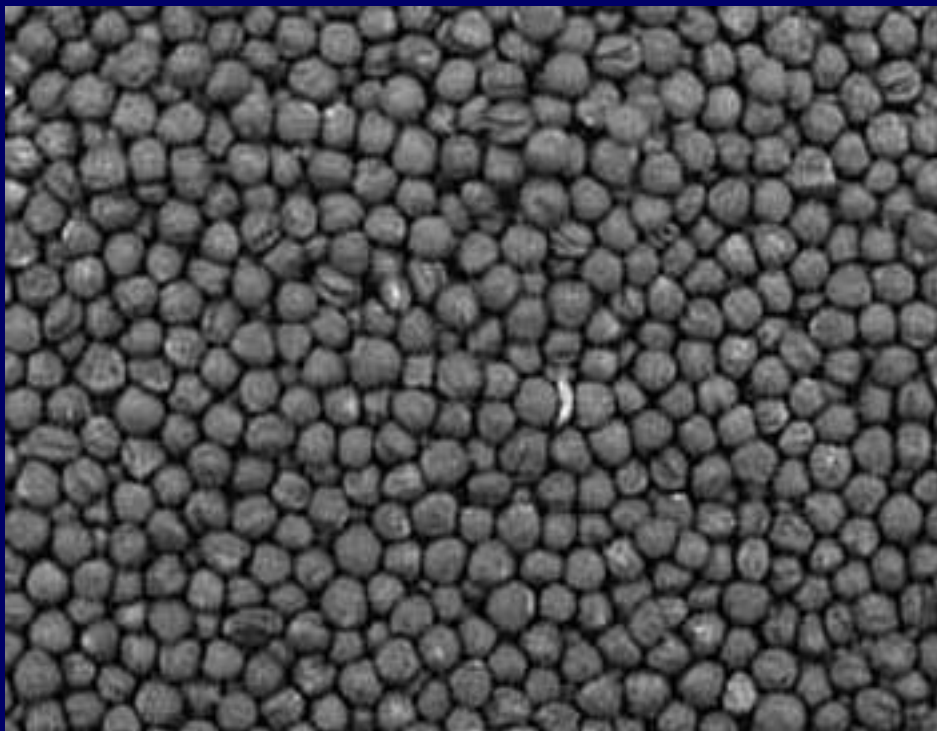


Зміни ліпідного складу

- ТР соя та ріпак змінений жирнокислотний склад олії
- Введення гена омега 6 десатурази - знижує вміст лінолевої і збільшує вміст олеїнової кислоти
- 1995 рік компанія Calgene ТР рапс



ГМО рапс *Brassica napus*





Зміни запасних вуглеводів

- Фруктозансінтезуючі ТР картопля, тютюн
 - ТР картопля з підвищеним вмістом амілопектину (зниження амілози)
 - Цукрові буряки - ген 1sst з артишоку
 - ТР томат антисмислова послідовність гену кислої інвертази - підвищений вміст сахарози
-

ГМО картофель

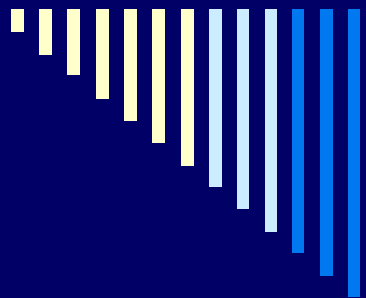
(*Solánium tuberósum*)



ГМ рис

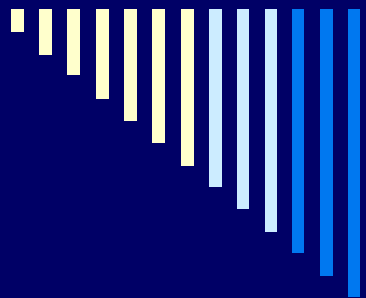
Oryzae sativa





Покоління ГМ рослин

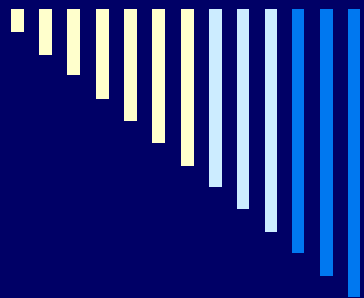
- 1 - стійкість до гербіцидів
- 2 - стійкість до хвороб, висока врожайність
- 3 - поліпшення або зміна харчової цінності
- 4 - вище перераховані якості + зміна архітектури, часу цвітіння, розмірів, форми плодів; профілактика захворювань



ГМ рослини - біофабрики

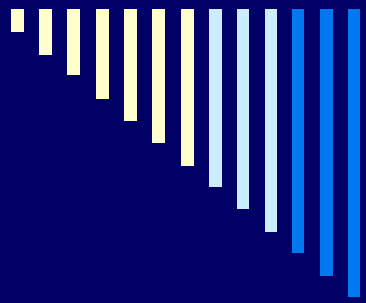
Molecular farming

- Збалансоване харчування:
- вуглеводи
- білки
- ліпіди
- Харчові добавки: лактоферин, в-каротин, Р, залізо і т.д.
- Синтез білків медичного призначення: антитіла і «їстівні вакцини»



ГМ – біофабрики

- Збалансоване харчування:
- вуглеводи
- білки
- ліпіди
- Харчові добавки: лактоферин, в-каротин, Р, залізо і т.д.
- Синтез білків медичного призначення: антитіла і «їстівні вакцини»



Переваги рослин

- Дешевше виробництво
- Широкомасштабність виробництва
- Легкість очистки
- Відсутність домішок, алергенної, канцерогенні дії
- Еукаріотичний синтез білка
- Не можуть розвиватися патогени людини
- Білки запасних органів - стабільність і зберігання

Білки медичного призначення



- Найбільше проводиться робіт по отриманню:
- інсулін, лізоцим, лактоферин, колаген, ліпаза, антитіла, вакцини та ін.
- Багато з цих препаратів вже проходять клінічні випробування.
- Трипсин вже можна купити у компанії Sigma

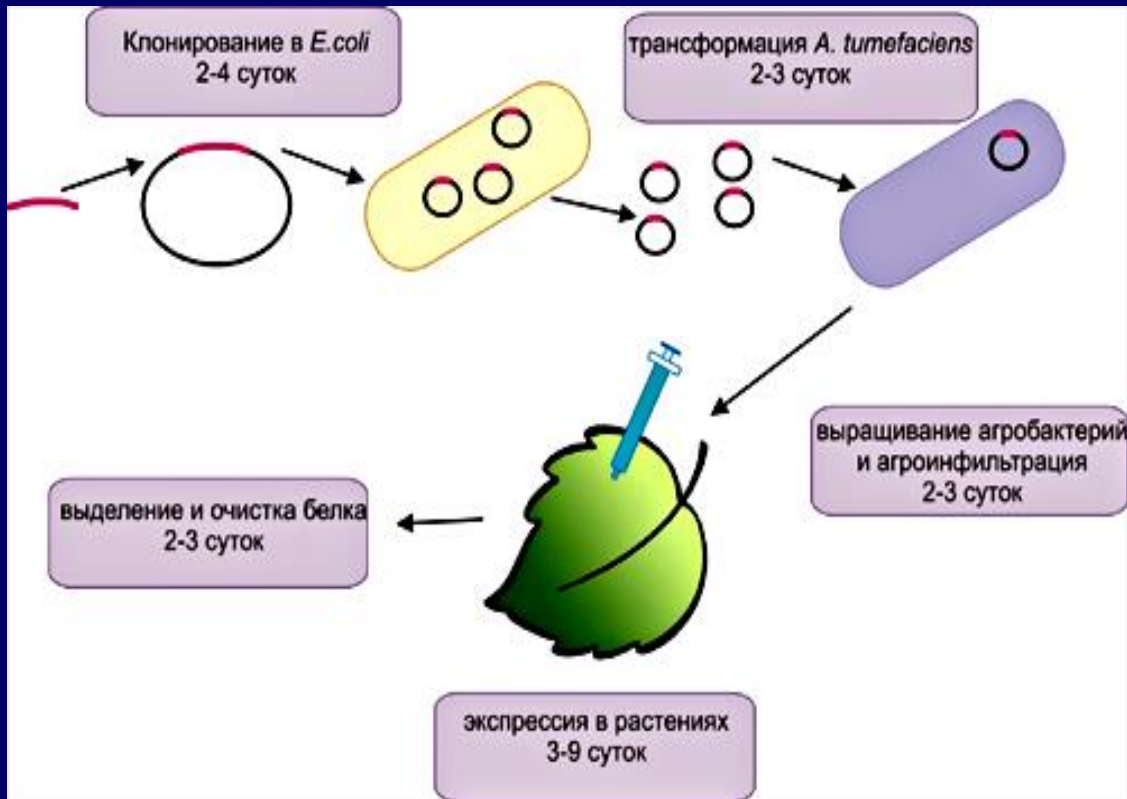


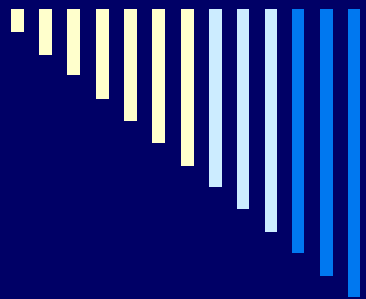
«Їстівні вакцини» edible vaccines

- 1992 г. - Мейсон з співр. вакцина проти вірусу гепатиту В – трансгенний табак та картопля
- проблеми:
- Рослини в їжу вживають без термообробки
- Підвищення рівня експресії
- Природні речовини рослин, що блокують імунну відповідь

Терапевтичні і діагностичні антитіла

- В рослинах синтезуються, потім видаляються — використовуються як лікарські препарати
- У рослинах вже синтезуються вакцини від вірусів папіломи людини, гепатиту В, грипу, папіломи великої рогатої худоби, африканської катаральної лихоманки, герпесу рогатої худоби, ящуру та ін.





Ризики використання ГМ рослин

Ризики реальні та уявні

- Біобезпека - це комплекс заходів, спрямованих на усунення потенційно небезпечних наслідків застосування методів і продуктів біотехнології
- Найголовнішим об'єктом безпеки є людина з його потребами, правами і здоров'я

Дискусія в науці та суспільстві щодо проблеми біобезпеки



Пол Берг – 1972
перша рекомбінантна ДНК



(Left to right) Maxine Singer, Norton Zinder, Sydney Brenner, and Paul Berg were among the participants at the Asilomar Conference.

Copyright © National Academy of Sciences

- 1974 - 11
провідних
молекулярних
біологів світу
звернулися до
світової спільноти з
відкритим листом
- Конференція в
Асіломаре (США)
1975 рік



Тривоги, пов'язані із застосуванням ГМО

- Інтеграція нового генматеріалу представляє непрогнозований процес
 - Можливий «горизонтальний» перенос генів в геном патогенів
 - Створення «супербур'янів»
 - Наслідки для імунної системи людини
 - Зміна біорізноманіття Землі
-



Ризики використання ГМО





Екологічні ризики

□ Вертикальний
переніс генів
утворення
«супербур'янів»

гм рапс + сурепица =
супербур'ян

□ Горизонтальний
перенос генів

стійкість до
антибіотиків
зміна мікрофлори
кішківника



ТГ рослини і ґрунтова мікрофлора

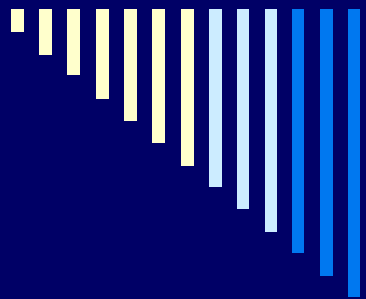
Проблеми:

1 зміна мікробоценозів в
ризосфері ТР через зміни
кореневих ексудатів

Вбудована ділянка
ДНК становить:
0,00022% всієї ДНК
кукурудзи

2 - чи можуть ґрунтові бактерії
ризосфери інтегрувати в свій
геном реконбінантну ДНК з ТР

0,00018% всієї ДНК сої
0,00075% всієї ДНК
картоплі



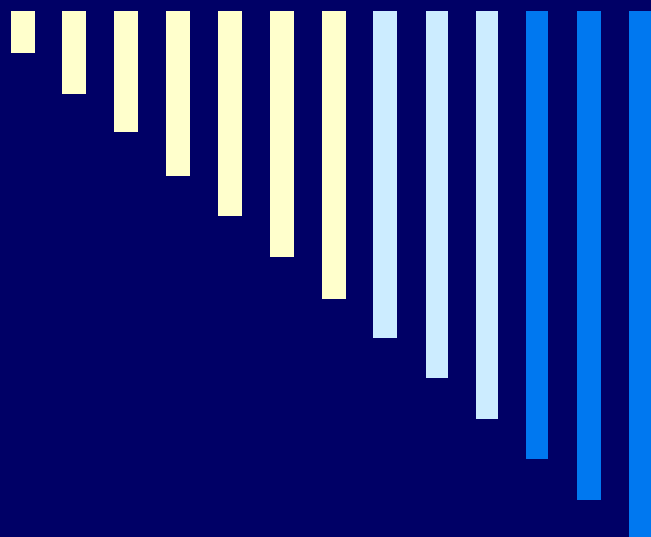
ТР і біорізноманіття

- ТР обмеження біорізноманіття
- «Суперрослини» витісняють дикі рослини
- Природні ландшафти витісняються агроценозами
- Фіторемедіація (рослини-біосенсори забруднювачів)
- ТР-дерева - збереження лісів
- ТР рослини - екологічно чисті виробництва
- Скорочення отрутохімікатів



Ризики, пов'язані зі здоров'ям людини

- ВОЗ принцип «не заподій шкоди»
 - Міністерство сільського господарства
 - Управління з охорони навколишнього середовища
 - Управління продуктів харчування і ліків
 - Принцип еквівалентності (ГМ продукт зіставляється з таким само не модифікованим)
-

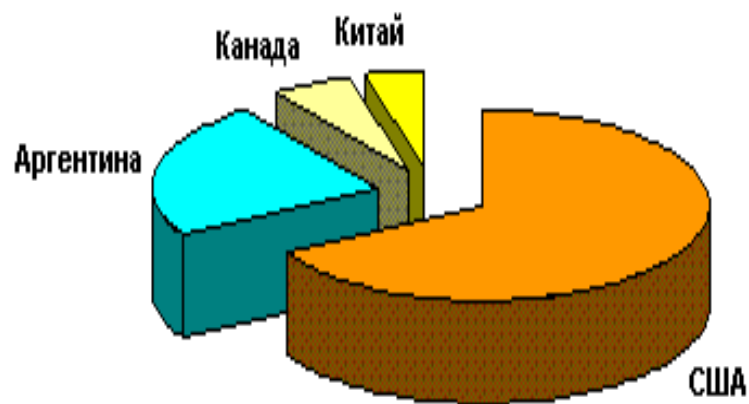


Потік ГМО в світі

Методи аналізу ГМО продуктів

Темпи розповсюдження ГМ рослин

Относительные площади возделывания трансгенных культур,
2002 г.



■ США - 39,0 млн.га (66%) ■ Аргентина - 13,5 млн. га (23%)
 ■ Канада - 3,5 млн.га (6%) ■ Китай - 2,1 млн.га (4%)

Таблица

Посевные площади, занятые трансгенными растениями в 2006 г., млн га (<http://www.isaaa.org>)

Страна	Площадь	Генетически модифицированные растения
США	54.6	Соя, кукуруза, хлопчатник, рапс (канола), папайя, люцерна
Аргентина	18.0	Соя, кукуруза, хлопчатник
Бразилия	11.5	Соя, хлопчатник
Канада	6.1	Канола, кукуруза, соя
Индия	3.8	Хлопчатник
Китай	3.5	Хлопчатник
Парагвай	2.0	Соя
Южная Африка	1.4	Кукуруза, соя, хлопчатник
Уругвай	0.4	Соя, кукуруза
Филиппины	0.2	Кукуруза
Австралия	0.2	Хлопчатник
Румыния	0.1	Соя
Мексика	0.1	Хлопчатник, соя
Испания	0.1	Кукуруза
Колумбия	<0.1	Хлопчатник
Франция	<0.1	Кукуруза
Иран	<0.1	Рис
Гондурас	<0.1	Кукуруза
Чехия	<0.1	Кукуруза
Португалия	<0.1	Кукуруза
Германия	<0.1	Кукуруза
Словакия	<0.1	Кукуруза



Тест-системи для аналізу ДНК ГМО

- «ГМО скринінг» - виявлення рослинної ДНК
- «Рослинна-ідентифікація» виявлення ДНК с / г культури
- «ГМО ідентифікація»
- «ГМО кількість» - сумарна кількість за 35 S промотором

Маркування ГМО



- США - без маркування
- Канада і Японія - 5% ГМО
- Південна Корея - 3%
- Австралія і Нова Зеландія - 1%
- Країни Євросоюзу - 0,9%
- Україна - 0,9%



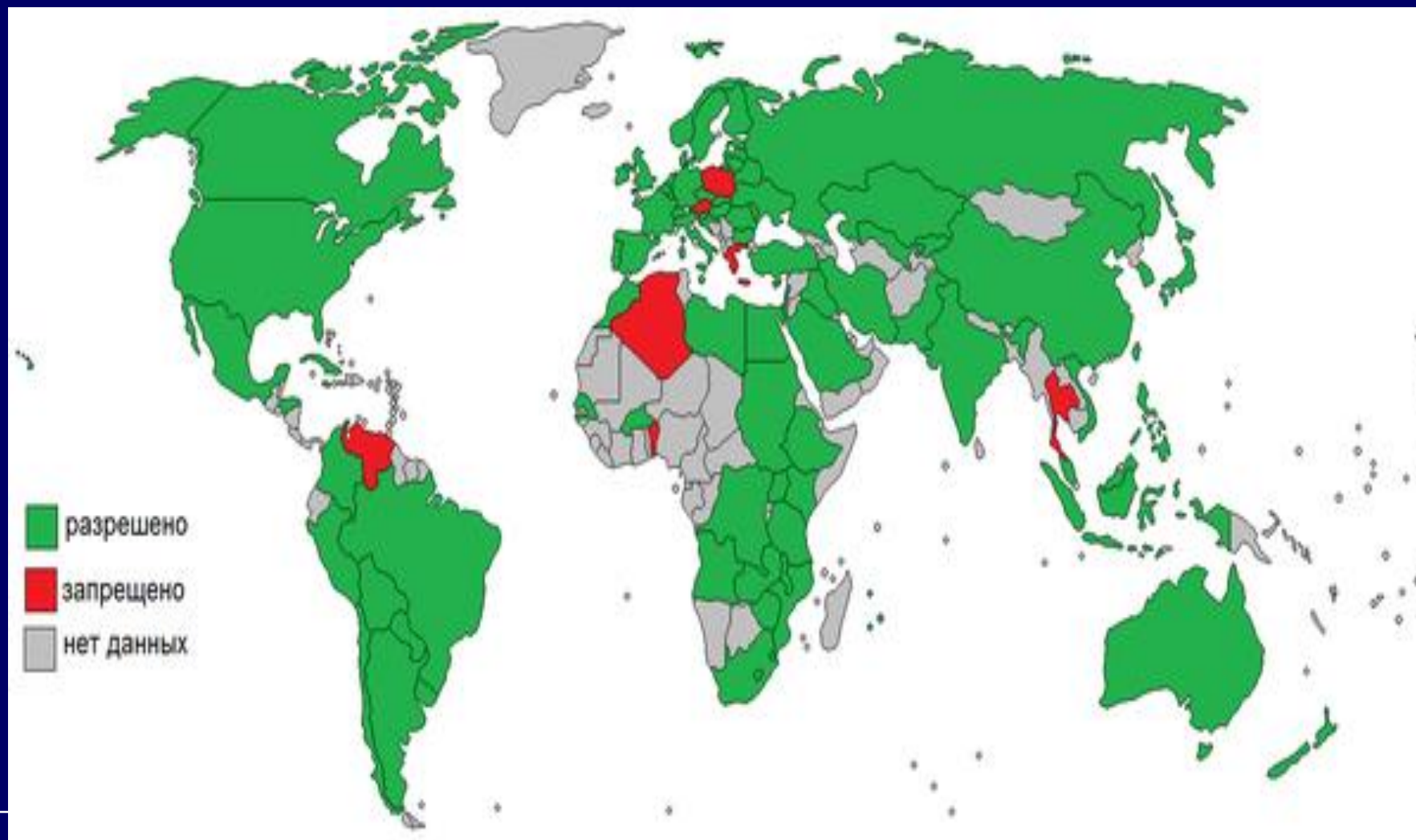


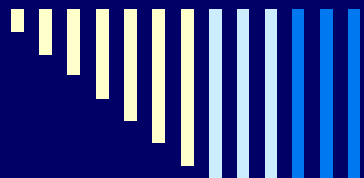
Державна політика щодо ГМО

3 табори в світі

- 1) США, Канада, Мексика, Бразилія «за»
 - 2) Країни Африки, ряд латиноамериканських країн, «стара Європа» - «проти»
 - 3) Країни Євросоюзу, Індія, Китай, Росія - обмеження імпорту + власні ГІ розробки
-

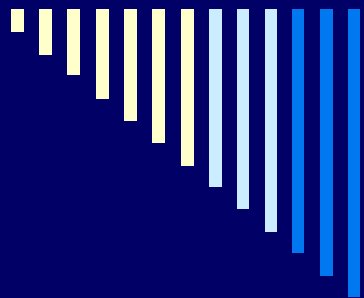
Вимоги до ГМО в світі





Рухи опору

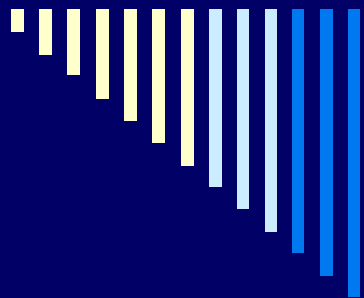




Картахенський протокол

<http://www.biodiv.org/biosafety/faqs.asp>

- ❑ 1999 р Колумбія (м Картахена)
- ❑ Засідання СОРТ 130 країн (ратифікували 57)
- ❑ «Біотехнологічний протокол»
- ❑ 2 принципа:
 - ❑ усвідомлення
 - ❑ застереження
- ❑ 2002 рік - Україна підписала КП



Законодавство України

закон України

№1804-УІ від 19.01.2010 р

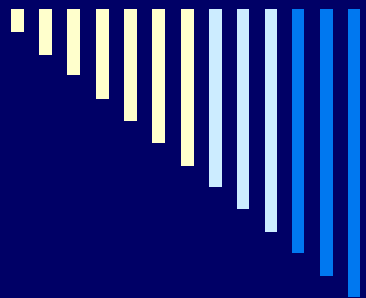
«Про державну систему біобезпеки при створенні,
транспортуванні та використанні генетично-модифікованих
організмів»

Закон України "Про державну систему біобезпеки при створенні,
випробуванні, транспортуванні та використанні генетично
модифікованих організмів"



Основні положення

- біологічна безпека - стан середовища життєдіяльності людини, при якому відсутній негативний вплив його чинників (біологічних, хімічних, фізичних) на біологічну структуру і функцію людської особи в теперішньому і майбутніх поколіннях, а також відсутній незворотній негативний вплив на біологічні об'єкти природного середовища (біосферу) та сільськогосподарські рослини і тварини;
- генетична безпека - стан середовища життєдіяльності людини, при якому відсутній будь-який неприродний вплив на людський геном, відсутній будь-який неприродний вплив на геном об'єктів біосфери, а також відсутній неконтрольований вплив на геном сільськогосподарських рослин і тварин, промислових мікроорганізмів, який призводить до появи у них негативних та/або небажаних властивостей;



Органи, що контролюють ГМО в Україні

Орган виконавчої влади з питань екології -
екологічна експертиза

Орган виконавчої влади з питань охорони
здоров'я - санітарно епідеміологічна
експертиза

Орган виконавчої влади з питань аграрної
політики - апробація і реєстрація сортів ГМО

Орган виконавчої влади з ветеринарної
медицини - реєстрація кормів ГМО