

*Бібліотека Сесвандерхаве*

# РИЗОМАНІЯ .....



**SESVANDERHAVE**  
value through synergy

*Шановні друзі,*

*ТОВ «Сесвандерхаве-Україна» висловлює Вам свою повагу та пропонує оновлений номер із серії «Бібліотека Сесвандерхаве». Науковці компанії постаралися донести у простій і доступній формі особливості надзвичайно складної і важливої роботи по селекції цукрових буряків на стійкість до ризоманії. Ця хвороба не оминула і українські бурякові поля, але використовуючи насіння від Сесвандерхаве Ви гарантовано зарадите цьому лиху.*

*Компанія Сесвандерхаве\* є лідером в селекції цукрових буряків в усьому світі. Ми працюємо сумлінно і незалежно від кон'юнктури часу, а нашим девізом є «Наша велич – у співпраці».*

*Пропонуючи наше насіння цукрових буряків, ми пропонуємо не тільки високоякісний товар, але і співпрацю на роки.*

*Генеральний директор  
ТОВ «Сесвандерхаве-Україна»*



*О. Мельник*

*Адреса ТОВ «Сесвандерхаве-Україна»:  
03083, м. Київ, пр-кт Науки 54-б, оф.7,  
Тел. (+38044) 5029366(67)*

\* - селекційно-насінева компанія Сесвандерхаве була створена в 2005 році, об'єднавши бізнеси компаній СЕС (Бельгія) та Ван-дер-Хаве (Нідерланди)

## ПЕРЕДМОВА

Цукрові буряки як сільськогосподарська культура десятиліттями є одним з найбільш важливих джерел прибутку як для фермерів, так і для індустрії цукру взагалі. Неоцінний вклад в завоювання цукровим буряком таких конкурентних позицій відіграли селекціонери. Вони роками вели роботу по підвищенню врожайності коренеплодів, зменшенню затрат на їх вирощування, по покращенню стійкості до шкідників, хвороб та екстремальних погодних умов.

Нова політика щодо реформування бурякоцукрового виробництва в Євросоюзі разом із більш суворими вимогами щодо використання хімічних засобів захисту рослин ще більше висуває на перший план роль селекції.

Одним з найбільших досягнень в селекції цукрових буряків є створення гібридів, стійких до ризоманії, збудником якої є вірус некротичного пожовтіння жилок буряків і який переноситься до рослин ґрунтовим грибом *Polymixa betae*. Починаючи з 70-х років минулого століття ця хвороба дуже швидко розповсюдилась по всіх бурякосіючих зонах і тільки завдяки селекційній компанії Сесвандерхаве було внесено вирішальну роль у подолання цієї проблеми. Оскільки хвороба як і рослини буряків постійно еволюціонують, вочевидь поява нових патотипів хвороби із можливим ушкодженням комерційних посівів цукрових буряків, що вже мають гени стійкості. Така ситуація вимагає нових зусиль від насінневих компаній щодо постійного забезпечення їх продукції новими генами стійкості на майбутнє. Ми горді за компанію Сесвандерхаве, яка завдяки своїй «Тандем Технології» («Tandem Technology») вже запропонувала нову генерацію таких гібридів.

Вочевидь, що це не останній виклик цієї хвороби. Тому селекція рослин починає займати одну з ніш, що є екологічно найбільш безпечною при вирішенні проблем та вироблення рішень, що вимагає сьогоденне динамічне сільське господарство в умовах змін політичного, економічного та біологічного середовища.

Дирекція департаменту  
досліджень та розвитку  
Сесвандерхаве  
(R&D Department  
of SESVanderHave)

## МИ ВДЯЧНІ



Unité de Phytopathologie (FYMY) - Université Catholique de Louvain (UCL)

UCL/AGRO/BAPA/FYMY

Professeur A. Legrève et Professeur C. Bragard



Institut Technique Français de la Betterave Industrielle (ITB)



Institut de Recherche Belge pour l'Amélioration de la Betterave (IRBAB)

Ризоманія є однією з найбільш шкодочинних хвороб цукрових буряків у більшості бурякосіючих країн. Вона спричиняється вірусом BNYYV (Beet Necrotic Yellow Vein Virus<sup>1</sup>), який передається на буряки через кореневі паразити *Polymyxa betae* - одноклітинні організми, що живуть в ґрунті<sup>2</sup>. Ця хвороба уражає в основному корені рослин, починаючи з фази змикання рослин у рядках в червні місяці і аж до збирання коренеплодів восени. Термін «Ризоманія», що в перекладі з грецької означає «химерність кореня», було обрано Canova в 1966 році за найбільш характерними симптомами для цієї хвороби: швидкому розростанню малих бокових корінців в напрямку центрального кореня.



Рис. 1. Типові симптоми ризоманії (Джерело. ІТВ)

Вперше хвороба була виявлена в 50-ті роки минулого сторіччя в долині По, на півночі Італії. В той час ніхто і не здогадувався про майбутнє її поширення та значення. Але вже на початку 1970-х років хвороба була виявлена в Ельзасі, а протягом 80-х 90-х років з'явилася майже в усіх бурякосіючих зонах Франції. Тоді-ж ризоманія розповсюдилась у більшості країн Європи і світу включаючи Китай, США, Японію, та ін. Останні декілька років ураження хворобою спостерігається також на півночі Європи (в Данії, Швеції та Англії).

На початку 80-х років широке розповсюдження ризоманії, головною причиною чого було зрошення, у поєднанні із збитками (значно знижувалися врожай і цукристість коренеплодів) та відсутністю засобів боротьби, створили дуже небезпечну ситуацію. коли в окремих регіонах, навіть частково уражених хворобою (наприклад рівнина Gatinais Ouest у Франції), передбачалось припинення вирощування буряків.

В 1984 році видатний селекціонер нашої компанії п. De Biaggi створив перший у Європі гібрид цукрових буряків, стійкий до ризоманії, що був названий «Різор». Спочатку він був розроблений спеціально для Італії, аби дозволити фермерам продовжити вирощування буряків в долині По, але роком пізніше, в 1985, Різор уже був дозволений для прямого продажу у Франції.

Селекціонери Сесвандерхаве самовіддано працювали і працюють над покращенням продуктивності і якості гібридів, стійких до ризоманії, а прогрес у генетиці останніх років, втілений в насінневий матеріал, дозволив більшості буряководів Франції, Бельгії, Нідерландів та інших країн вирощувати на своїх полях тільки стійкі до ризоманії гібриди.

<sup>1</sup> Українською: вірус некротичного пожовтіння жилок буряків (ВНПЖБ)

<sup>2</sup> *Polymyxa betae* довго асоціювався з нижчими грибами, але сьогодні він кваліфікується як одноклітинний організм (живі мобільні одноклітинні організми) (Hleibieh, 2007). В той же час його морфологія дуже близька до одноклітинних грибів виду, про який ще говорять як «псевдо-гриби».

Вірус не складається з живих клітин, але більшість функцій його життєвого циклу прямо залежить від клітини-господаря. В дійсності вірус - це часточка дуже малого розміру (приблизно в 1'000'000 раз менша ніж рослинна клітина), що складається з: декількох молекул нуклеїнової кислоти (ДНК<sup>3</sup> або РНК<sup>4</sup>, носіїв генетичної інформації)(1) і захищених капсулою протеїну правильної геометричної форми, що називається «капсид»(2).

У випадку з ВППЖБ вірус складається з 4-5 молекул РНК, розміщених у маленькій паличкоподібній капсиді.

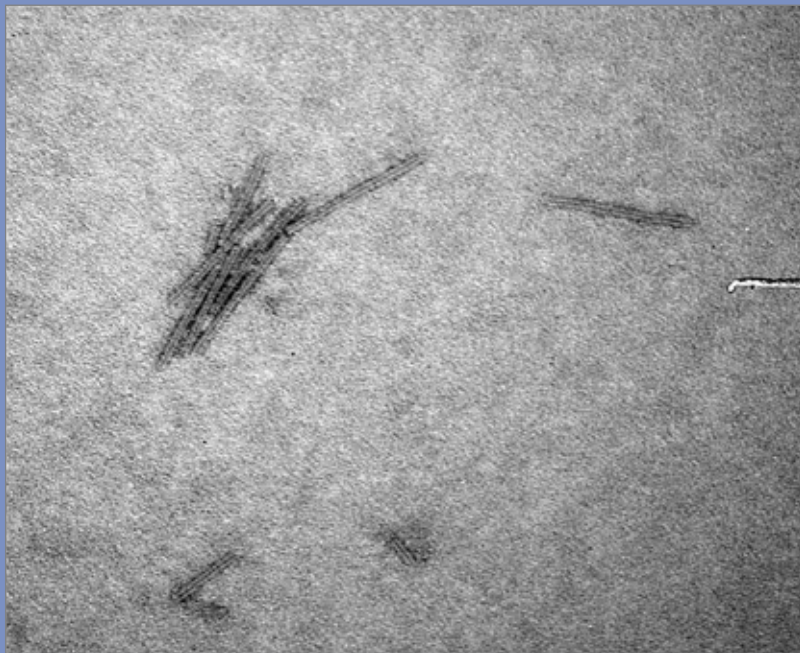


Рис. 2. Вірус ризоманії складається з 4-5 молекул РНК, розміщених у капсидах форми стовпчиків довжиною приблизно сто нанометрів (1 нанометр = 1 мільйонна метра). Джерело: Професор D. Gilmer (Інститут молекулярної біології рослин в Страсбурзі).

Нуклеїнова кислота, що міститься у вірусі, представляє собою обмежену кількість кодованих генів для декількох протеїнів (від 4 до 12 на вірус), що мають такі функції: розмноження, переміщення, зараження хворобою (перенесення інфекції від рослини до рослини), проникнення, симптоматологія та ін. Всі ці функції є необхідними для повного життєвого циклу вірусу.

Але для того, щоб синтезувати протеїни з генів, потрібно мати цілу низку складових: ензими, рибосоми, та ін. Разом з тим, вірус майже повністю позбавлений цих засобів і один він не спроможний створити протеїни, які йому потрібні для відтворення.

Ось чому вірусу потрібно увійти в чужу клітину (клітина-господар) і використати її механізми для свого розмноження. Це відбувається на шкоду рослині: її ріст та розвиток від цього сильно погіршуються. Ось чому термін «вірус» зазвичай отожднюється з терміном «облігатний паразит».

3 Дезоксирибонуклеїнова кислота

4 Рибонуклеїнова кислота

## ГЕОГРАФІЧНЕ ПОШИРЕННЯ РИЗОМАНІЇ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Ризоманію знаходять в усіх регіонах світу, де вирощують цукрові буряки: Північна Америка, Азія, Європа, Росія та ін. Сьогодні всі європейські країни стикаються з цим лихом і приблизно 80% площ Європи заражені збудником цієї хвороби. Насправді, тільки Фінляндія та Ірландія, де буряк більше не культивується через реформи по виробництву цукру, здається уникли цієї проблеми. Причиною на те, поза сумнівом, є відносна ізоляція регіону та його достатньо прохолодний клімат.

Взагалі наразі досить важко робити аналіз розповсюдження ризоманії чи уражених нею площ у процентному вираженні, наприклад у таких країнах як Франція, Бельгія чи Нідерланди. По-перше тому, що ця хвороба представлена майже в усіх бурякосіючих регіонах цих країн. По-друге, тому що у названих країнах майже всюди використовують тільки стійкі до ризоманії гібриди.



Рис. 3. Нещодавні спалахи ризоманії в East Anglia (Велика Британія).  
Джерело: Д-р Mark Stevens – Broom's Barn (Rothamsted Research Center)

У Великій Британії ситуація зовсім інша. Тут ризоманія була вперше ідентифікована досить пізно (1987). Спочатку вона проявилась тільки на легких ґрунтах регіону східної Англії, але потім одразу розповсюдилась як на більш важкі ґрунти цього регіону, так і на легкі ґрунти графств Ланкошир та Ноттінгемшир (в окрузі цукрового заводу м. Newark). Наразі вже всі райони бурякосіяння є у тій чи іншій мірі інфікованими.

Багато спеціалістів вважають, що нинішня зміна кліматичних умов провокує стрімке розповсюдження ризоманії в Англії. Дійсно, дуже вологі погодні умови 2007 і 2008 років стали основною причиною швидкого поширення цієї хвороби у регіоні.

Тенденція до все більшого концентрування виробництва цукрових буряків навколо цукрових заводів, що є також наслідком реформ на цукровому ринку Європи, тільки сприяє розповсюдженню ризоманії.

## РІЗНІ ПАТОТИПИ ВІРУСУ

На сьогодні в Європі виявлено три патотипи (різновиди) вірусу ВНПЖБ: А, В і Р. Тип А представлений в більшості країн Європи, він виявлений також в Америці, Японії та в Китаї. Тип В в основному представлений у Франції та Німеччині. Тип Р рідше зустрічається в Європі: тільки нещодавно він був знайдений в регіоні Пітів'єр у Франції (південь Парижу) і у Східній Англії в Англії (острів, що знаходиться на заході країни). Але він є і в Китаї, Японії, а також знайдений в Казахстані.

Говорять, що існує багато різновидів типу Р, тому що саме його концентрація є найбільшою. (Buttner et al., 2004). Системне переміщення вірусу в рослині є також більш притаманним для цього типу, він-же спричиняє і більш помітний прояв симптомів хвороби на листі.

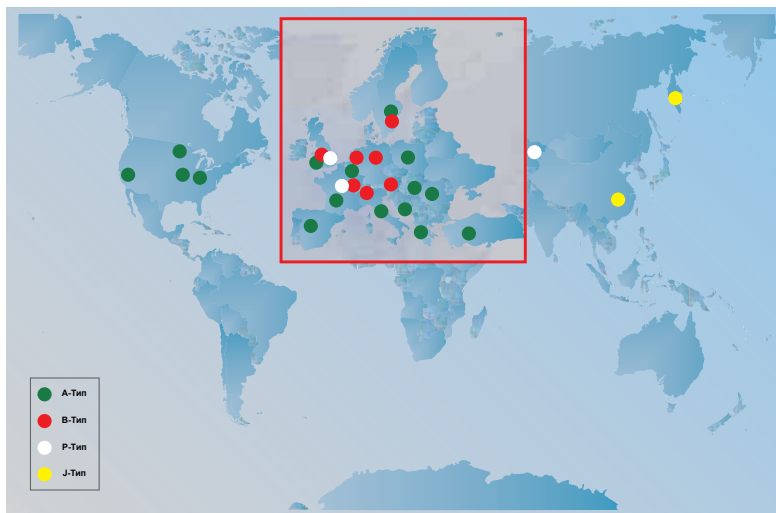


Рис. 4. Розповсюдження різних патотипів ризоманії (ВНПЖБ)  
(Модифіковано з Pferdmenges & Varrelmann, 2008).

## ЕПІДЕМІОЛОГІЯ

### ЦИКЛ

Переносник вірусу, *Polymyxa betae*, це живий одноклітинний організм, що знаходиться в ґрунті і паразитує на коренях рослин. Він зберігається в ґрунті у вигляді спорівика: скупчення спор, що мають високу здатність до виживання. За відсутності сприятливих умов комплекс *Polymyxa betae*/ ВНПЖБ може зберегти свій інфекційний потенціал в ґрунті протягом багатьох десятиліть.

Коли температура ґрунту сягає від 15 до 25°C і рівень вологи є достатньо високим, то спори, що були у стані спокою, починають розвиватись і продукувати первинні зооспори. Потім, реагуючи на виділення корінців рослини-господаря і використовуючи ґрунтові води, вони підпливають до них за допомогою своїх джгутиків. Коли зооспори торкаються корінців, вони чіпляються до них і вприскують свій клітинний вміст всередину рослинної клітини. В результаті чого відбувається формування цитоплазматичної багатоядерної маси («плазмодій»). Таким чином вірус, присутній в зооспорах після потрапляння в рослинні клітини, розпочинає там свій власний цикл розмноження.

Після інкубаційного періоду в клітинах рослини, плазмодій *Polymyxa betae* може розвиватись двома шляхами в залежності від кліматичних умов:

- якщо умови несприятливі – погода прохолодна і суха – він формує структуру для збереження свого життя (цистосорус);
- якщо умови сприятливі (висока волога і температура) – після проходження стадії зооспорангія він продукує вторинні зооспори, які захоплюють нові клітини-господарі;

При сформуванні споривиків і зооспор, вони знову стануть джерелом вірусу .

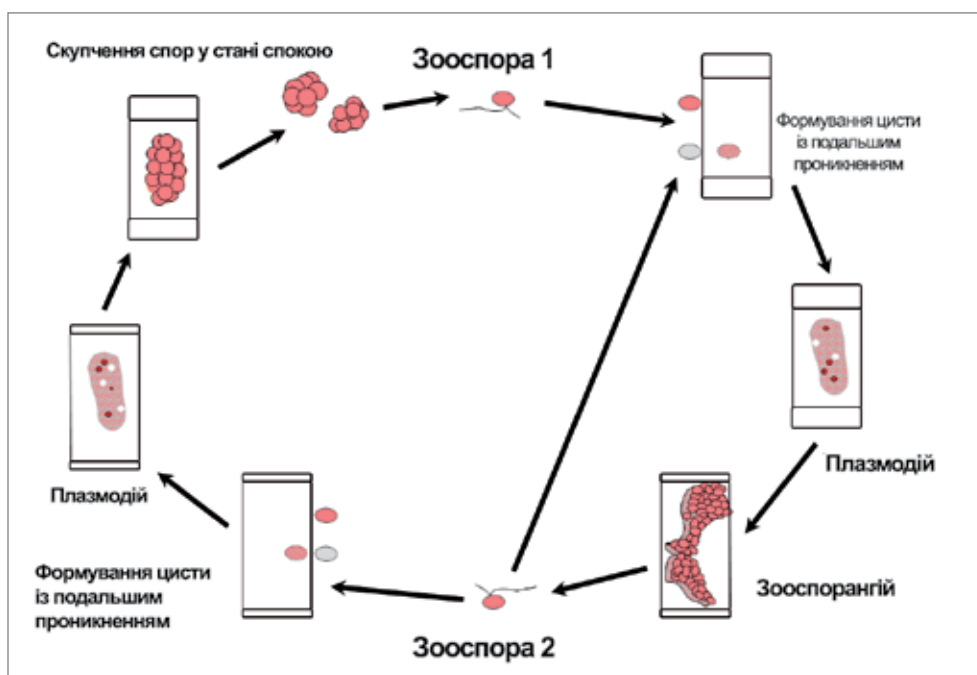


Рис. 5. Життєві цикли *Polymyxa betae* і вірусу ризоманії (ВНПЖБ).

З люб'язного дозволу Д-ра Mark Stevens (Broom's Barn, Rothamsted Research Center).

## РОЗПОВСЮДЖЕННЯ І ФАКТОРИ РОСТУ

Спори *Polymyxa betae* можуть розповсюджуватись через воду (опади, стоки<sup>5</sup>, полив, та інше) і через ґрунт (с.-г. обладнання та транспортування буряків, картоплі, інших коренеплідних) (Hleibieh, 2007 р.)

Факторами навколишнього середовища, що впливають на розвиток хвороби і сприяють розповсюдженню її носіїв в ґрунті є:

- присутність рослини – господаря;
- високі температури та рясні опади (теплі і вологі весни);

Ґрунти з нейтральними та лужними показниками рН є також сприятливим середовищем для розвитку *Polymyxa betae*, а підвищення цін на добрива, що у свою чергу приводить до зростання попиту на компостоване рослинне сміття із часто досить високим рівнем рН, при високих нормах внесення на бідних ґрунтах тільки посилює розповсюдження цієї інфекції.

## РОСЛИНИ-ГОСПОДАРИ

Комплекс *Polymyxa betae*/ ВРПЖБ розмножується головним чином на рослинах, що належать до родини лободових (буряк, лобода, шпинат) і амарантових (щириці).

<sup>5</sup> На даний момент полив залишається основним чинником у розповсюдженні ризоманії.



## СИМПТОМИ

Зазвичай симптоми ризоманії з'являються на полях цукрових буряків окремими ділянками і тільки у випадку пізнього посіву і ранньої та вологій весни можливе поширення хвороби на всій площі. Осередки хворих рослин у полі дуже часто можна побачити неозброєним оком:

- починаючи з червня - в'янення листя, особливо у спекотливі години протягом дня (а)
- під кінець літа - листові поверхні мають характерний світло-зелений відтінок (б)
- пластини нових листків є вузькими а черешки подовженими і прямостоячими (в);
- інколи - пожовтіння і некроз прожилок листя (г).

У цьому випадку мова йде про симптом, який власне і дав свою назву для вірусу (некротичне пожовтіння жилок буряків), що викликає ризоманію, хоча, в дійсності він рідко спостерігається. Насправді, вірус розмножується, головним чином, на коренеплодах. Хоча системна інфекція і можлива, вірус у більшості випадків не переміщується до листя.

- в більшості випадків листя набуває гофрованої форми (зморшкувате).



Рис. 6. Характерні симптоми ризоманії на листі цукрових буряків.  
Джерело а та в: ІТВ.

## ОЗНАКИ ХВОРОБИ НА КОРЕНЕПЛОДАХ

Типові симптоми на коренеплодах з'являються тільки в кінці вегетаційного періоду:

- перетяжка нижньої частини коренеплоду (а)
- хаотичний розвиток густої і темної «кудлатості» на коренеплоді (б)

Поступово мілкі корінці висихають і змінюють свій білуватий колір, на коричневий. Нові білуваті корінці відростають постійно. Це явище відоме під назвою «борода з сивиною».

- в середині коренеплоду васкулярні кільця темніють і відмирають (в)
- іноді спостерігається розвиток бічних перпендикулярних корінців.

Хвороба обмежує споживання рослиною води та поживних елементів (N, K, Mn, Mg, Bo та ін.)

а)



б)



в)



Рис. 7. Характерні симптоми ризоманії на коренеплодах цукрових буряків.

IRBAB/KBIVB<sup>6</sup> (BetaConsult) в Бельгії, IRS<sup>7</sup> (Beta Kwik) у Нідерландах і ІТВ у Франції разом створили для аграрників рекомендації по ідентифікації шкідників і хвороб цукрових буряків:

- IRBAB/KBIVB [http://www.irbab-kbivb.be/actuality/beta\\_consult/](http://www.irbab-kbivb.be/actuality/beta_consult/)
- IRS: <http://www.irs.nl/overzicht.asp?s0nderdeel=betakwik>
- ІТВ: [http://unkraut.rheinmedia.de/cgi-bin/unkraut\\_ausgabe.cgi?partner=itb&sprache=fr](http://unkraut.rheinmedia.de/cgi-bin/unkraut_ausgabe.cgi?partner=itb&sprache=fr)

Симптоми ризоманії порівняно легко визначити. Перші симптоми з'являються на листях. Потім, аналіз коренеплодів дозволяє підтвердити або відхилити цей діагноз. Однак, можливі деякі незрозумілі ситуації:

- В'янення листя, пов'язане з поганим водним живленням. Цей симптом може виникати з різних причин (хвороби, напади шкідників, стресове зневоднення, особливо на піщаних ґрунтах, цистова нематода, та ін.), які необов'язково пов'язані з ризоманією.
- Пожовтіння листя може іноді бути викликаним нестачею азоту. В окремих випадках виникає незрозуміла ситуація із симптоми пожовтіння листя вірусами, що переносяться тлями. У цьому випадку, хвороба супроводжується накопиченням крохмалю в тканинах листя, і воно стає важким, твердим і крихким.
- Розростання кудлатих корінців, спричинене сильним пошкодженням нематою, дуже схоже на те, що спостерігається і при ризоманії. В той же час присутність чи відсутність білих цист, характерних для нематод, дозволяє розрізнити дві хвороби дуже швидко.
- Поява бокових перпендикулярних корінців може бути наслідком поганої структури ґрунту чи ушкоджень ґрунтовим грибом *Arphanomyces cochlioides*

Якщо все ж таки є сумніви, то потрібно взяти проби для ідентифікації в лабораторії (ELISA або PCR), але слід мати на увазі, що такі лабораторні дослідження є досить дорогими. Оскільки в Європі ризоманія широко розповсюджена, то фермери передбачливо сіють в основному стійкі до цієї хвороби гібриди цукрових буряків і замовлення на проведення лабораторних досліджень останнім часом різко скоротилось.

<sup>6</sup> IRBAB, Інститут буряків Королівства Бельгії; KBIVB, Koninlijk Belgisch Instituut tot Verbetering van de Biet  
<sup>7</sup> IRS, Instituut voor Rationele Suikerproductie

## ВИЗНАЧЕННЯ ВІРУСУ В ЛАБОРАТОРІЇ

Для визначення присутності вірусу ВНПЖБ в коренеплодах цукрових буряків можна використати два методи тестування: перший, що базується на розпізнаванні вірусу антитілами (тест ELISA), та другий – на ампліфікації РНК вірусу (метод PCR).

### Тест ELISA

ELISA (з англ. Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) – це діагностичний *in vitro* тест, що базується на методі імуноферментного аналізу (ІФА). Існує багато варіантів тесту ELISA. Один з них, що використовуються для визначення ВНПЖБ, називається DAS (“Double Antibody Sandwich” – «Метод подвійного зв’язування»). Методика проведення тесту включає 5 основних етапів:

1. Беруть імунологічний планшет з лунками
2. Розчин із специфічними до вірусу ВНПЖБ антитілами<sup>8</sup> наносять на планшет, і електростатична сила притягує їх до поверхні лунок планшету

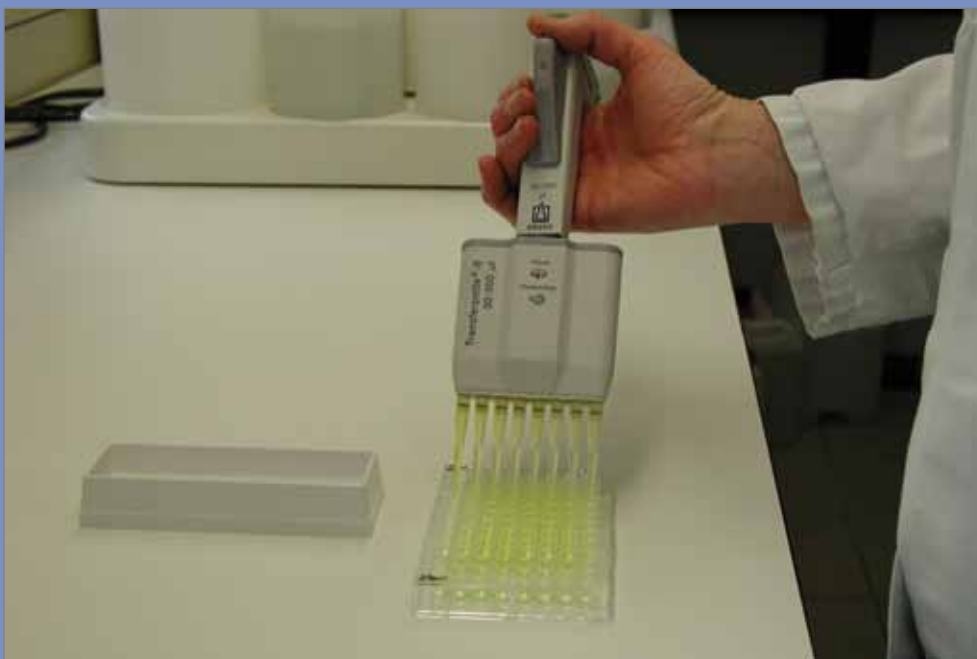


Рис. 8. Лунки планшету для тесту ELISA наповнюються за допомогою автоматичної піпетки.

3. Кожен відібраний зразок (витяжка з малого корінця коренеплоду) поміщають в лунку планшету: якщо антиген – тобто вірус ВНПЖБ - присутній, він зв’язується зі своїм антитілом і залишається зафіксованим на планшеті.
4. На планшет наносять другий шар антитіл, зв’язаних з ензимами і якщо вірус перед цим був зафіксований в одній з лунок, то він також зв’яжеться з антитілом другого шару. В результаті ензим тільки тоді буде присутнім в лунці, коли там уже зафіксований вірус ВНПЖБ.
5. На планшет наносять субстрат, який контактуючи з ензимами трансформується та змінює колір, що легко можна побачити неозброєним оком, або визначити за допомогою спектрофотометра. Це і вказує на присутність вірусу в лунці а значить - і у відібраному зразку.

<sup>8</sup> Антитіло: протеїн, який використовує імунна система для боротьби з патогенними агентами (бактеріями, вірусами, та інш.).

Антиген: молекула, що вважається чужорідною для організму. Кожне антитіло є специфічним для антигена і імунитет (тобто розпізнавання і нейтралізація антигена антитілом) спрацює тільки тоді, коли відповідне антитіло відшукає саме той антиген, якому воно належить

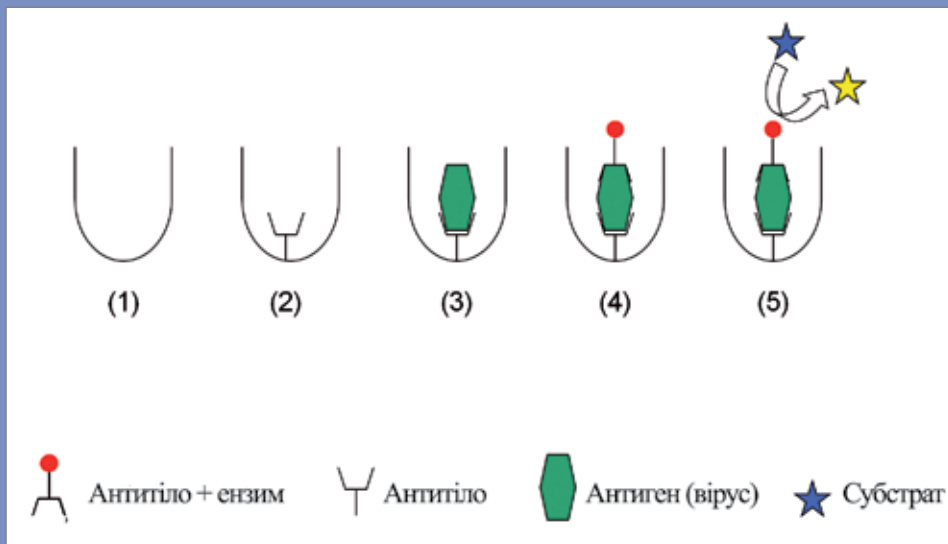


Рис. 9. 5 основних етапів проведення тесту ELISA типу DAS (Double Antibody Sandwich)

#### Тест PCR

PCR - це англійська абревіатура, що означає Polymerase Chain Reaction, або українською: ПЛР – полімеразна ланцюгова реакція. Мова йде про метод молекулярної біології, який дозволяє знайти в досліджуваному матеріалі невелику ділянку генетичної інформації (тобто гени) будь-якого організму серед великої кількості інших ділянок і багаторазово її копіювати.

Спершу для аналізу потрібно вилучити ДНК із зразку – в даному випадку це клітини коренеплоду чи листя рослини. Питання, що виникає: чи буде присутній вірус в цьому екстракті?

Потім проводиться власне сама полімеразна ланцюгова реакція:

Модифіковано з: Martin EK, Sveska Dagbladet

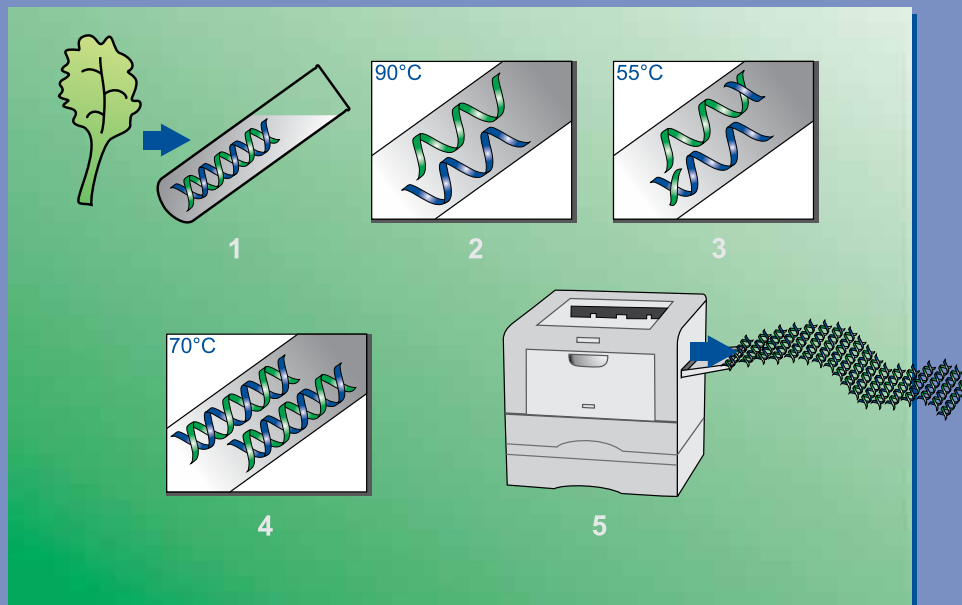


Рис. 10. Принцип тесту ПЛР (полімеразна ланцюгова реакція):

1. зі зразка коренеплоду чи листя виділяють ДНК
2. розділяють ланцюжки ДНК
3. додають синтетичні праймери ДНК, які особливим чином зв'язуються з фрагментом ДНК, який потрібно ідентифікувати (в даному випадку вірус)
4. додається ензим «ДНК-полімераза»: він буде з праймерів нову копію з кожних 2-ох ланцюжків ДНК
5. цей процес повторюється багато разів для того, щоб з фрагмента ДНК, який ідентифікується, були генеровані мільйони копій

Якщо в зразку, взятому на аналіз, вірус був присутній із самого початку, то відповідна ділянка ДНК в результаті цієї реакції копіюється від мільйона до мільярда разів.

Щоб визначити, чи необхідна ділянка ДНК з вірусом була скопійована під час ПЛР, використовують електрофорез. Для цього всі молекули ДНК, утворені під час ПЛР, поміщають на гель і змушують їх мігрувати в електричному полі. Розподіл проходить в залежності від розміру: найбільш короткі молекули пересуваються далі ніж довгі. Порівнюючи відстань міграції нашого ДНК з відстанню міграції фрагмента ДНК, що належить вірусу, ми можемо легко визначити, чи був присутній вірус в первинному зразку.

Примітка: вірус, що викликає ризоманію – це вірус сформований з РНК, а не з ДНК. В цьому випадку тесту ПЛР повинен передувати етап генетичної транскрипції вірусної РНК у вірусну ДНК. Мова йде про зворотну транскрипцію полімеразної ланцюгової реакції -RT-PCR (Reverse Transcription – Polymerase Chain Reaction) (Meunier, 2003), але загальна ідея є тотожною.

## ЕКОНОМІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

В залежності від чутливості сорту буряків, кількості інокулюму (збудника), присутнього в ґрунті, типу ВВПЖБ, кліматичних умов і часу зараження, наслідки хвороби можуть бути дуже серйозними і нанести значну економічну шкоду (ІТВ, 2008):

- Зниження цукристості: від 2 до 4 процентних пунктів (наприклад з 16% до 14...12%)
- Зниження врожаю: до 70%
- Збільшення тарної землі (коренева кудлатість утримує більше землі під час збирання коренеплодів)
- Сильне зниження екстракції цукру (збільшена кількість Na та інвертованого цукру)

## КОНТРОЛЬ ХВОРОБИ

Не існує жодного зареєстрованого хімічного методу контролю ризоманії. На сьогодні єдиний ефективний і доступний засіб боротьби - це посів гібридів цукрових буряків, стійких до хвороби. Це обмежує розповсюдження вірусу в рослині і тим самим зменшує рівень інфекції в ґрунті.

Протягом останніх 20 років було зроблено значний прогрес в генетиці по створенню стійких до ризоманії гібридів: сьогодні на незараженому полі стійкі гібриди демонструють рівень продуктивності, еквівалентний рівню класичних гібридів. Ось чому у Франції, Нідерландах і в Бельгії їх використовують майже скрізь, а класичні гібриди - майже зникли.

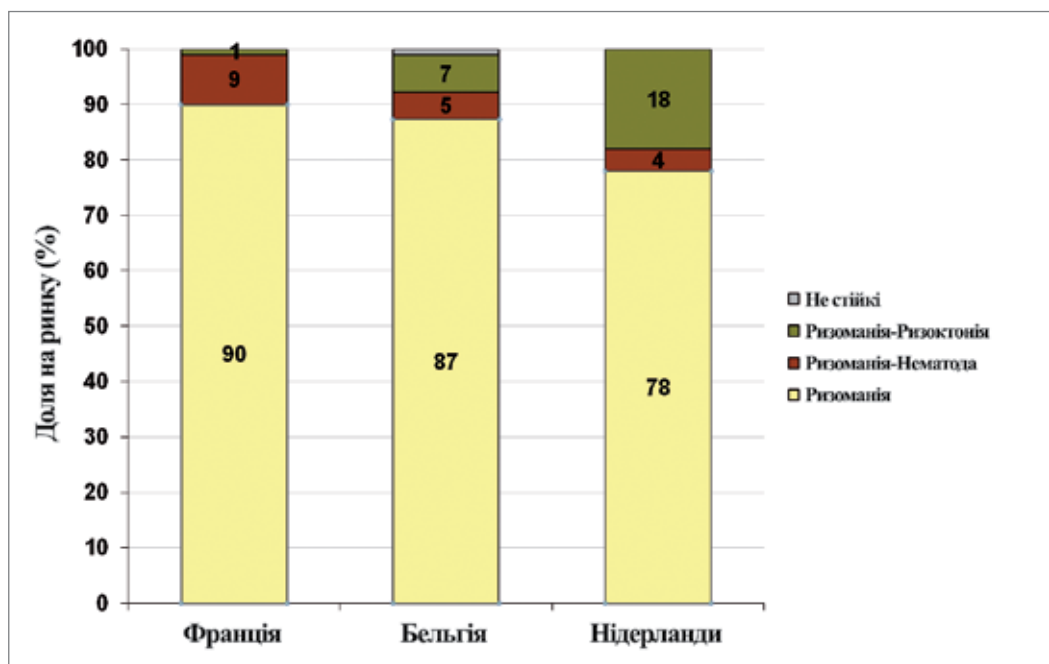


Рис. 11. Розподіл ринку насіння цукрових буряків в Бельгії, Франції та Нідерландах в 2007 р.

На додаток стосовно використання гібридів, стійких до ризоманії, пропонуємо деякі агрономічні заходи:

- підтримувати помірну вологу в ґрунті
- уникати перенесення ґрунту (збирати врожай при сухих умовах)
- проводити ранній посів

Зменшення насичення сівозміни буряками рекомендується, але це мало вплине на рівень інфекції у ґрунті, враховуючи здатність комплексу *Polymyxa betae*/ ВНПЖБ існувати там протягом десятків років.

## ГІБРИДИ, СТІЙКІ ДО РИЗОМАНІЇ

### ХРОНОЛОГІЯ ВІДБОРУ

Гібрид цукрових буряків Rizor (Різор), що був створений селекціонером De Biaggi в компанії SES на початку 80-х років в Італії, був першим у Європі стійким до ризоманії гібридом (Biancardi, 2002). На даний момент не буде перебільшенням нагадати, що, завдяки саме цьому гібриду компанія SES врятувала цукрові буряки як с.-г. культуру в, сильно уражених цією хворобою регіонах Європи (напр. Ельзас і південь від Парижу у Франції, а також Vallée du Rhône в Італії). Гібрид Різор, що комерційно був запропонований нашою компанією, свою стійкість до ризоманії запозичив від відомих італійських генотипів "Alba", відібраних Munerati декілька десятиліть до того заради їх стійкості до церкоспорозу. За походженням ці стійкі риси можливо пішли від Beta maritima, дикого сорту буряку (Biancardi, 2002).

Ця стійкість, що контролюється єдиним геном, була пов'язана з цілою низкою недоліків в процесі виробництва цукру: низька цукристість, менший врожай коренеплодів, слабка стійкість до цвітухи, та ін. Для того, щоб внести стійкість до ризоманії в нестійку елітну лінію, було використане зворотне схрещування (бек-кросс). Воно полягало у проведенні первинного схрещування між елітною нестійкою лінією і диким стійким сортом. Результат цього первинного схрещування (F1) потім знову схрещували з батьківською елітою: мова йде про так зване зворотне схрещування. Цей процес повторюється багато разів. Після кожного зворотного схрещування відбираються рослини, які одночасно володіють як тільки можна більшою кількістю характеристик батьківської еліти і які є стійкими до ризоманії (для цього використовується молекулярна технологія, яка дозволяє відслідкувати гени, що відповідають за стійкість; мова йде про відбір з використанням маркерів). В результаті, після проведення певної кількості зворотних схрещувань, отримуємо рослини, стійкі до ризоманії, і в яких зібрані характеристики батьківської еліти.

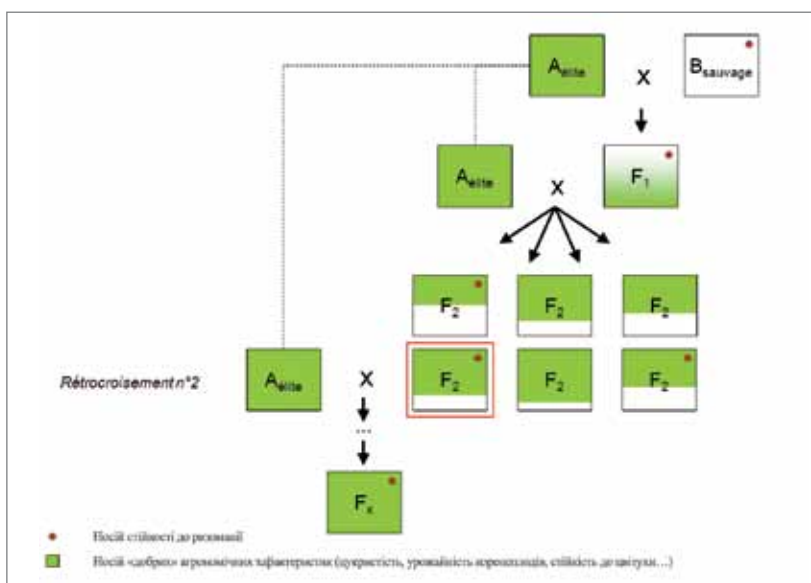


Рис. 12. Стійкість до ризоманії, що властива диким бурякам була привнесена шляхом зворотного схрещування в наші гібриди цукрових буряків.



## СЕЛЕКЦІЯ ГІБРИДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Створення гібридів цукрових буряків – це процес довготривалий і дуже складний.

Цукровий буряк - це дворічна рослина, яка потребує періоду холоду, що називається термоіндукція (яровизація), аби перейти від вегетативної (протягом якої розвивається коренеплід) до репродуктивної фази (формування квітконосних стебел, цвітіння, запліднення і формування насіння). Порівнюючи із зерновими, період між двома фазами у буряків є, беззаперечно, довший, а тому їх селекційний процес потребує набагато більше часу також..

Секрети селекціонерів SESVanderHave добре оберігаються, але схема їхньої технології може бути частково розкрита і є слідуючою. Фабричне (комерційне) насіння буряків - це продукт трьохрівневої гібридизації. Це означає, що буряк, посіяний на вашому полі є фактично результатом схрещування 3-х різних чистих генотипових ліній:

- 1) стерильна по батькові (MS), її ще називають «чоловічостерильна материнська лінія»
- 2) типу O (TO), яку також називають «закріплювач стерильності»
- 3) запилювач (Po), яку також називають «батько»

Комерційне насіння цукрових буряків - це результат схрещування MSF1 (материнська форма, що є результатом комбінації чоловічостерильної материнської лінії і O-типу лінії), та запилювача Po (батько): ось чому мова йде про гібрид «3-х рівневої гібридизації». На полях по вирощуванню насіння компонент MSF1 прийнято називати «насінниками». Щоб бути впевненим в отриманні великої кількості насіння в результаті схрещування з Po, важливо щоб компонент MSF1 сам був гібридом. Насправді всі чисті лінії у тій чи іншій мірі страждають від пригніченості, пов'язаної з явищем самозапилення. Для буряку це означає погіршення здатності продукувати достатню кількість насінин на рослині. Ось чому використовують MSF1 саме як результат схрещування MS і запилювача O-типу, на перевагу від використання власне однієї чистої самозапильної лінії.

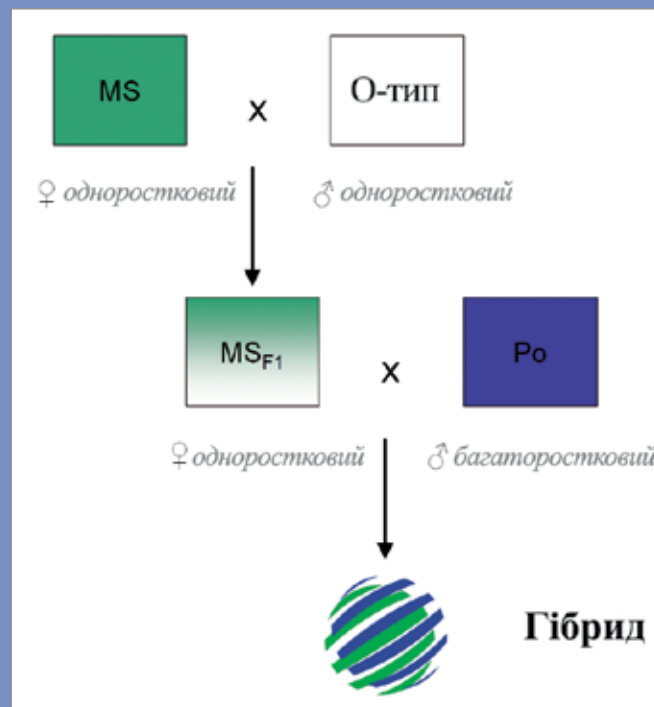


Рис. 13. Насіння цукрових буряків – це продукт трьохрівневої гібридизації.

Одноростковість гібридного насіння успадковується від материнської форми (MS), а батьківська форма (Po) є багаторостковою. Стерильність пиловиків у материнської форми (MS) пов'язана з явищем цитоплазматичної стерильності. Ця ознака для насінників цукрових буряків є дуже важливою, тому що їх квітки мають одразу і батьківські і материнські репродуктивні органи. Незважаючи на те, що вони не здатні до самоzapліднення, на практиці вкрай необхідно мінімізувати саму можливість самоzapилення.

Той факт, що ми сьогодні використовуємо не сорти, а гібриди цукрових буряків, дозволяє поєднувати бажані ознаки, які спочатку були властиві тільки одному з їх батьків. Крім того, гібриди мають ті надзвичайні ознаки підвищеної життєвої сили у порівнянні з ознаками їх батьків, які ще називають енергією гібриду, або на жаргоні селекціонерів - «гетерозис». Генетичні характеристики насіння визначаються добром учасників процесу трьохрівневої гібридизації. Ось чому однією із ланок роботи селекціонерів є вдалих підбір кращих комбінацій Po, MS і O-типу, які дають в результаті комерційні гібриди.

На даний момент, більшість стійких до хвороби гібридів продукується не на основі стійкості Різору, а на стійкості «Холлі-гену» («Holly gene»). Незважаючи, що цей ген вперше був виявлений селекціонером Erichsen у генотипах, що тестувались в США, цей ген має італійське походження. Деякі вчені вважають, що він так само як і ген Різору походить від Beta Maritima (Biancardi, 2002 р.). Той факт, що їхні прояви подібні, а саме: обмежене розмноження та пересування вірусу в рослині – з одного боку, і розміщення на одному і тому ж хромосомному фрагменті - з іншого боку, тільки підтверджує цю гіпотезу. Але насправді ще існує якась загадковість навколо походження Холлі-гену.

## РОБОТА З ГЕНАМИ СТІЙКОСТІ ДО РИЗОМАНІЇ

Наразі основним джерелом стійкості до ризоманії є один-єдиний унікальний домінуючий ген. Це значно полегшує роботу селекціонерів, але і одночасно лякає нас тим, що одного дня може з'явитися новий штам вірусу. Такі випадки уже відбувались декілька разів протягом останніх років (Richard-Molard, 2002).

Ці окремі штами, що належать до патогенного типу А, спричиняють чисельні прояви хвороби, що особливо часто спостерігається в центральному регіоні Іспанії («La Mancha»), а також в Каліфорнії, на півдні Міннесоти і в Айдахо (США) (Pferdmenges & Varrelmann, 2008). Такі спалахи хвороби є наслідком як раптової появи всередині патотипу А дуже агресивного і мутуючого штаму, так, але в меншій мірі, і великою концентрацією чинника інфекції у ґрунті. Ці регіони часто мають дуже сприятливі кліматичні (температурні, а також водні завдяки поливу) і агрономічні (коротка сівоzmіна, вирощування с.-г. культур з низьким рівнем затрат) умови для ризоманії.

Для зменшення цього ризику в США використовують нові стійкі до ризоманії гібриди SESVanderHave, що базуються на концепції «Tandem Technology», коли гібрид набуває стійкості комбiнуючи Холлі-ген з іншим джерелом стійкості, що походить від Beta Maritima, і єдиним власником якого є SESVanderHave (Meulemans, 2003). Тандем-Технологія дозволяє отримувати чудові результати навіть при особливо сильній агресії ризоманії.



Рис. 14. Концепція Тандем дозволяє отримувати кращі результати при особливо сильній агресії ризоманії. Вона ще не так необхідна в Європі, але вже використовується в окремих регіонах США.

У Франції в південному регіоні Парижу і в регіоні Ена вже протягом декількох років спостерігаються різкі спалахи ризоманії. Південь Парижу- це єдиний регіон у Європі, де виявлений патогенний тип Р цього вірусу, що особливо агресивний завдяки великій здатності до переміщення у рослині («високою системною дією»). До недавнього часу ці ділянки при дуже сильній агресії ризоманії обмежувались всього декількома острівцями округлої форми на тому чи іншому полі і їх число не збільшувалось із роками. Але під час кампанії 2008 р. вперше з'явилися тривожні симптоми: зони, що знаходились під великим ураженням цієї хвороби збільшились у рази і в окремих випадках були ушкоджені майже всі посіви багатьох полів, що іноді привело до повної втрати врожаю. В цьому регіоні цукрові буряки вирощують у сівозміні через 2 чи 3 роки і на поливі, що можливо і привело до інтенсивного розмноження вірусу і його штамів. «А кожного разу, коли вірус має нагоду розмножитися, це «природне створіння для мутацій» генерує новий штам, який може мати ключ для того щоб обійти стійкість рослини до хвороби» (Проф. С. Vragard, Католицький університет, Лювен). Вочевидь, що такий сценарій уже стає в деяких регіонах дійсністю, а тому нам слід бути пильними. Безперечно, що умови пізнього посіву кампанії 2008 р. тільки загострили ситуацію і збільшили збитки, завдані хворобою. Ось чому запровадження нових генетичних рішень для боротьби з ризоманією стало необхідністю в цьому регіоні. Компанія SESVanderHave, піонер і лідер у боротьбі з ризоманією на бурякових полях, готова подолати ці виклики часу.

## ПОХОДЖЕННЯ ТИПУ Р ВІРУСУ РИЗОМАНІЇ: КИТАЙСЬКА ШОВКОВИЦЯ?

Патотип Р вірусу ризоманії є особливо агресивним. На даний момент про нього багато говорять, тому що саме він є причиною більшості випадків сильного ураження ризоманією в регіоні Пітів'єр у Франції (на півдні Парижу).

Крім регіону Норідж в Англії і Пітів'єр у Франції цей патотип, не представлений більше ніде в Європі, однак був виявлений в Японії, Китаї і в Казахстані. Але швидше за все він має походження з Азії. Існує багато інтригуючих пояснень присутності цього типу Р в Пітів'єрі. Найбільш вірогідна версія, що вірус був перенесений від шовковиці, що була завезена з Азії у 19 столітті для розведення шовкопряда. В 1837 р. деякі з цих шовковиць дійсно було висаджено в регіоні Монберном (Monberneume), в селищі Йєвр-ла-Віль (Yèvre-la-Ville). Їх можна знайти там і зараз.




Рис. 15. Древа шовковиці у селищі Йєвр-ла-Віль очевидно є причиною появи патотипу Р вірусу ризоманії в Пітів'єрі.

Лише кілька метрів від цього місця у 80-х роках було знайдено один з перших осередків патотипу Р. Тести ELISA, проведені компанією SESVanderHave, довели присутність вірусу в ґрунті у підніжжі цих дерев. Разом з тим, є необхідність у проведенні додаткових досліджень, аби підтвердити цю гіпотезу (Le Betteravier Francais, 2002).

## НА ЛІДЕРСЬКИХ ПОЗИЦІЯХ: ГІБРИДИ СЕЛЕКЦІЇ SESVANDERHAVE.

В Бельгії, Франції, і в Нідерландах офіційні випробування постійно підтверджують, що гібриди цукрових буряків селекції SESVanderHave займають лідерські позиції серед інших по стійкості до ризоманії. Наприклад гібриди Пітон і Койот у Франції і Нідерландах користуються найбільшим попитом на ринках цих країн і дають найбільші прибутки (офіційні випробування 2007 р.).

**Таблиця 1.** Стійкі до ризоманії гібриди,цукрових буряків селекції Сесвандерхаве, зареєстровані в Нідерландах : офіційні випробування IRS (середнє за 2004-2007рр).

	Забрудненість	Екстрагованість	Цукристість	Урожай коренеплодів	Прибуток
<b>Койот</b>	102	100	100	102	103
Конкурент	104	100	105	94	100
Конкурент	98	99	101	100	100
<b>Занзібар</b>	100	100	98	102	100
Конкурент	96	100	102	97	100
Конкурент	98	100	98	102	99
Конкурент	99	100	97	103	99
<b>Коала</b>	92	100	100	101	101
Конкурент	88	100	99	102	101
Конкурент	90	100	98	104	101
Конкурент	110	100	105	93	99

**Таблиця 2.** Стійкі до ризоманії гібриди,цукрових буряків селекції Сесвандерхаве, зареєстровані в Бельгії : офіційні випробування IRBAB (середнє за 2005-2007рр).

	Забрудненість	Цукристість	Екстрагованість	Урожай коренеплодів	Прибуток
<b>Койот</b>	103	99	100	103	102,3
<b>Занзібар</b>	106	97	100	106	102,0
Конкурент	103	98	100	103	101,3
Конкурент	104	98	100	104	101,1
<b>Коала</b>	103	99	100	103	100,8
Конкурент	102	99	100	102	100,3
<b>Каньйон</b>	105	96	100	105	100,2
Конкурент	97	99	100	100	98,7
Конкурент	88	99	99	99	97,5
Конкурент	104	100	100	98	97,3
Конкурент	105	103	100	93	96,7

**Таблиця 3.** Стійкі до ризоманії гібриди цукрових буряків селекції Сесвандерхаве, зареєстровані у Франції: випробування ITB/SAS (середнє 2005-2007рр).

	Промислова якість	Урожай коренеплодів	Цукристість	Вартісна оцінка
Python	101,5	104,7	99,9	104,7
Zanzibar	103,8	106,1	98,7	104,4
Конкурент	99,3	103,1	100,5	103,9
Конкурент	103,4	104,8	99,2	103,6
Конкурент	101,4	104,4	99,2	103,4
Léopard	101,9	101,8	100,5	102,5
Конкурент	102,7	101,9	100,3	102,3
Конкурент	103,8	102,5	99,3	101,8

Стійкі до ризоманії гібриди цукрових буряків селекції Сесвандерхаве для вирощування в Україні



- Agrios, G. N. 1997. Plant pathology, 4th Ed. Academic Press. pp. 616.
- Biancardi, E., Lewellen, R., De Biaggi, M., Erichsen, A.W., Piergiorgio, S., 2002. The origin of rhizomania resistance in sugar beet. *Euphytica*, 127:383-397.
- Büttner, G., Büchse, A., Holtschulte, B., Märlander, B., 2004. Pathogenicity of different forms of Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) on sugar beet – is there evidenced for the development of pathotypes? In: Proceedings of the 67th IIRB Congress, February 2004, Brussels (B).
- Duquenne, 2002. Les scientifiques traquent le virus P. *Le Betteravier*, 794 : pp 17.
- Hleibieh, K., Peltier, C., Klein, E., Schirmer, A., Schmidlin, L., Covelli, L., Ratti, C., Legrève, A., Bragard, C., Gilmer, D., 2007. Etiologie de la rhizomanie de la betterave sucrière. *Virologie*, 11 (6) : 409-421.
- Rhizomanie. *Le Betteravier*, pp 8-9.
- IRBAB, 2004. Explosion de la rhizomanie en 2004 : plus de 50% des champs contaminés ? *Le Betteravier*, pp 7-9.
- IRS, 1993. Rhizomanie : herkennen en erkennen. pp. 4.
- ITB, 2007. Guide de la culture de la betterave industrielle 2007/2008. pp. 62.
- ITB, 2008. Diagnostic d'automne des betteraves malades; *La Technique Betteravière*, n°899, pp. 4.
- Meunier, A., Schmit, J.F., Stas, A., Kutluk, N., Bragard, C., 2003. Multiplex reverse transcription-PCR for simultaneous detection of Beet necrotic yellow vein virus, Beet soilborne virus, and Beet virus Q and their vector *Polymyxa betae* Deskin on sugar beet. *Applied and Environmental Microbiology* 69, 2356-2360.
- Meulemans, M., Janssens, L., Horemans, S., 2003. Interactions between major genes, and influence of the genetic background in the expression of rhizomania resistance. In: Proceedings of the 1st joint IIRB-ASSBT Congress, 26th Feb.-1st March 2003, San Antonio (USA).
- Pferdmenges, F., Varrelmann, M., 2008. Rhizomania: can resistance breaking be explained by viral mutation or increased inoculum concentration in soil? In: Proceedings of the 71th IIRB Congress, February 2008, Brussels (B.)
- Richard-Molard, M., 2002. Rhizomanie: interactions variétés x lieux et consequences. In: Proceedings of the 65th IIRB Congress, February 2002, Brussels (B). pp. 239-245.
- Sugar Beet. Edited by A. P. Draycott. Oxford: Blackwell Publishing (2006), pp. 474.

**ТОВ «СЕСВАНДЕРХАВЕ-УКРАЇНА» ПРОПОНУЄ  
БУРЯКОВОДАМ УКРАЇНИ ОРИГІНАЛЬНЕ НАСІННЯ  
НАЙКРАЩОЇ ЯКОСТІ**



Адреса насінневого заводу  
ТОВ «Сесвандерхаве-Україна» :  
Київська область,  
Броварський район  
с.Гоголів  
вул.Артема 48-А  
Тел./факс (38044) 3605577(78)



SESVANDERHAVE-2014

[www.sesvanderhave.com](http://www.sesvanderhave.com)