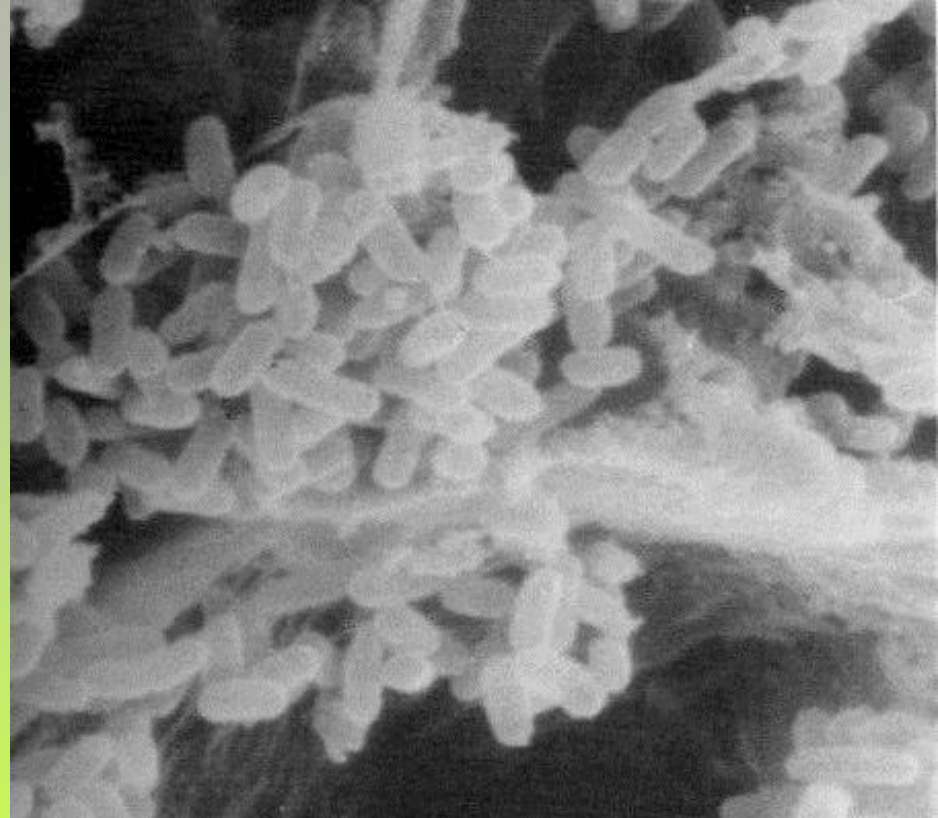


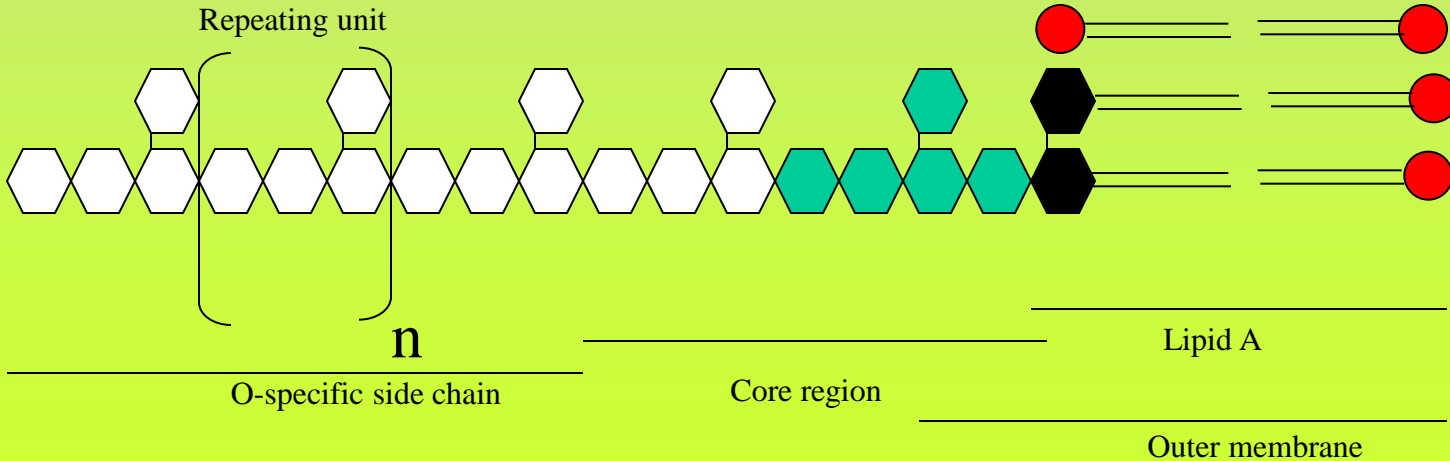
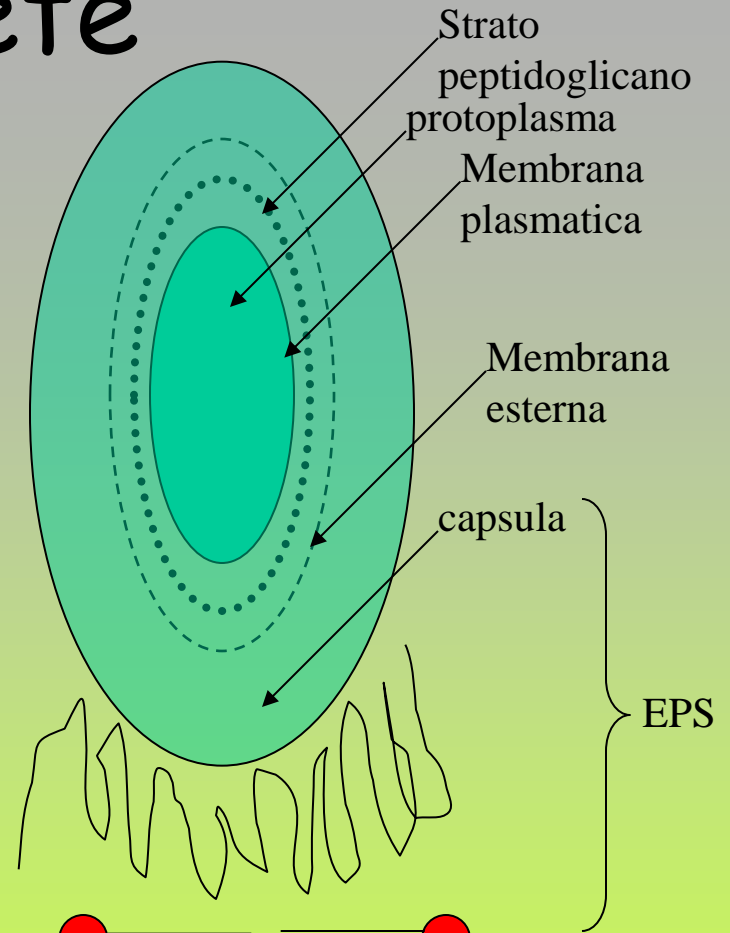
I batteri

- I batteri sono procarioti, microrganismi unicellulari dotati di parete in cui il materiale genetico non è organizzato in un nucleo. Le loro cellule coesistono di citoplasma che contiene DNA e ribosomi 70S
- La costituente base della parete è il peptidoglicano o mureina, polimero di catene di NAG e NAM unite da ponti trasversali peptidici
- Una specie batterica è piuttosto un gruppo di individui batterici che condividono alcune caratteristiche fenotipiche e genotipiche
- Quando un ceppo batterico infetta una pianta e altri ceppi della stessa specie no, prende il nome di pathovar di quella specie



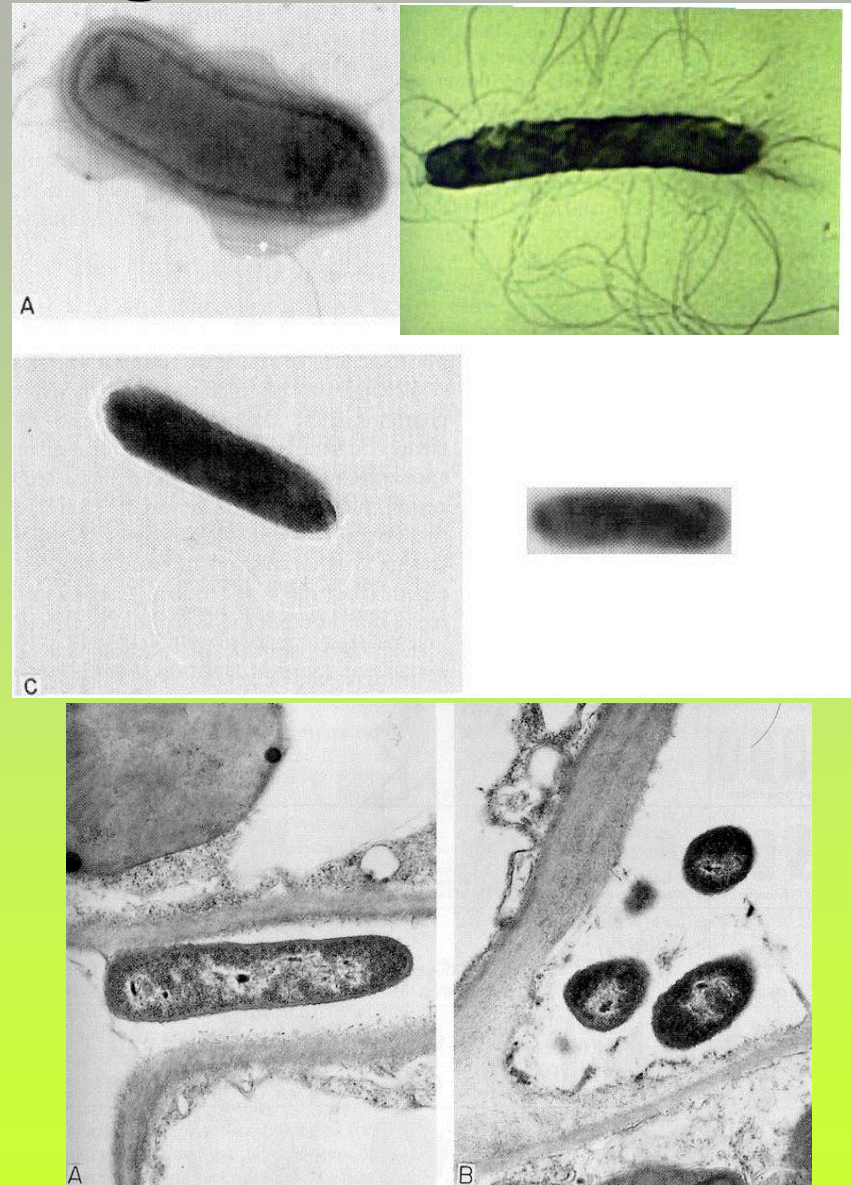
La parete

- La mureina costituisce solo il 5-10% del totale
- Sulla parete esterna ci sono gli LPS, lipopolisaccaridi (antigenici) - antigene O
- Capsula - strato mucoso (polisaccaridi), antigeni K
- Flagelli - antigeni H (flagellina) - altre appendici peli e fimbrie



Caratteristiche dei batteri fitopatogeni

- Sono circa 100 le specie di batteri fitopatogeni, alcuni dei quali sono saprofiti facoltativi, anche se i FVLB (fastidious vascular limited bacteria) sono difficili da crescere in coltura
- Le malattie batteriche sono particolarmente comuni e severe ai tropici ma con le condizioni favorevoli possono crescere ovunque
- La maggior parte dei batteri ha forma bastoncellare, l'unica eccezione è rappresentata da streptomyces che è filamentoso
- A seconda della disposizione e del numero dei flagelli abbiamo batteri
 - Monotrichi - 1 solo flagello
 - Polari - flagelli alle 2 estremità
 - Peritrichi - distribuiti sull'intera superficie
- Quando ad un singolo batterio cresce in un mezzo produce una colonia



Riproduzione

- I batteri fitopatogeni bastoncellari si riproducono a sessualmente mediante il processo di scissione binaria o fisione
- Questa avviene mediante crescita verso l'interno della membrana cellulare formando una membrana trasversale che divide il citoplasma in due parti uguali
- Due strati di parete cellulare continui con la parete esterna sono poi sintetizzati tra i due strati di membrana
- In condizioni favorevoli i batteri si dividono ogni 20-50 min, in tal modo da 1 batterio se ne possono formare 1000000 in un giorno
- Come si produce la variabilità nei batteri? Nella riproduzione a sessuale, che avviene per mitosi, si ha una bassa percentuale di variazione di informazione genetica, che è dovuta principalmente a fenomeni di errori di replicazione e a rari eventi di crossing over mitotico
- Nei batteri però esistono dei meccanismi di variabilità attraverso processi pseudo-sessuali
 - La coniugazione. Richiede contatto tra 2 batteri diversi che scambiano materiale genetico (plasmidi) mediante il tubetto coniugativo
 - La trasformazione. Processo in cui una porzione di DNA libero è acquisito da una cellula batterica in disfacimento ed è integrato nel genoma ricevente
 - Traduzione. Un batteriofago compie un ciclo litico in una cellula e acquisisce parte del suo genoma e poi lo introduce in un'altra cellula durante un ciclo lisogeno

Ecologia

- I La maggior parte dei batteri patogeni si sviluppa nell'ospite come parassiti, sulla superficie delle gemme come epifiti e in parte nei residui vegetali nel suolo
- Altri patogeni, come *Erwinia amylovora*, si riproduce solo nell'ospite mentre la sua popolazione declina rapidamente nel suolo, infatti questi tipi di patogeni hanno sviluppato dei cicli pianta-pianta grazie agli insetti
- Alcuni patogeni come l'*Agrobacterium*, *Ralstonia*, e *Streptomyces scabies* sono invece dei veri e propri "soil inhabitants"
- Molti batteri patogeni sono dei soil invaders che invadono i tessuti dell'ospite presenti nel suolo. Data la loro scarsa abilità saprofitica sono degli scarsi competitori e quindi permangono nel suolo solo fino a quando sono disponibili i tessuti dell'ospite
- I batteri possono anche sopravvivere nei semi, in altre parti della pianta, negli insetti del suolo
- La dispersione dei batteri avviene attraverso l'acqua, gli insetti e altri animali, infatti anche se molti posseggono dei flagelli hanno una limitata capacità di movimento
- Gli insetti sono sia trasportatori che vettori, infatti depongono i batteri in siti dove è facile un loro sviluppo

Batteri fitopatogeni

Agrobacterium

- I batteri hanno forma bastoncellare di circa 1,5-3 μm , hanno 1-4 flagelli peritrichi
- Quando vengono cresciuti in terreni ricchi in carboidrati producono una capsula polisaccaridica
- Sono abitanti del suolo e della rizosfera

Clavibacter

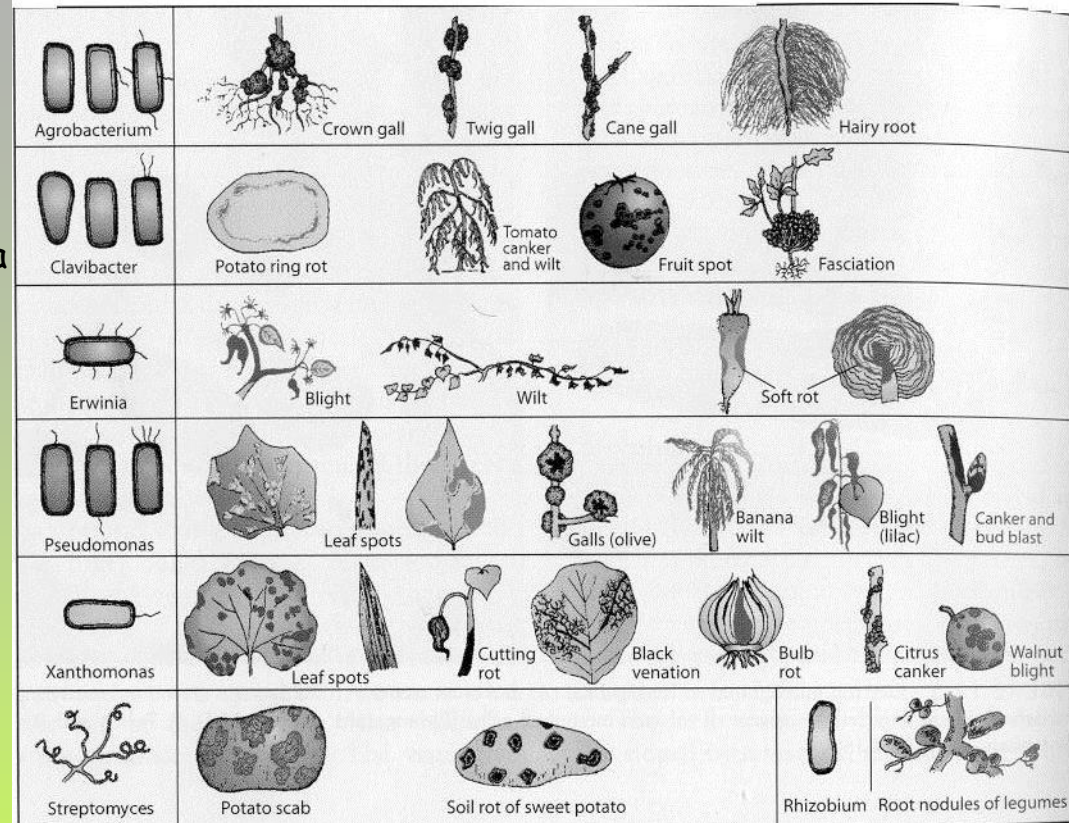
- Bastoncellari di 1,5-4 μm possono essere colorati irregolarmente
- I batteri sono non mobili ma qualche specie puo' avere 1 o 2 flagelli polari
- Sono gram positivi

Erwinia

- Bastoncellari di 1-3 μm e mobili attraverso diversi flagelli peritrichi
- Sono gli unici anaerobici facoltativi
- Alcune specie non producono enzimi idrolitici e causano necrosi o avvizzimenti (amilovora) altri hanno una forte attivita' pectolitica e causano marciumi molli (carotovora)

Pseudomonas

- Bastoncellari di 1,5-4 μm con 1 o piu' flagelli polari
- Sono soil inhabitants e si trovano anche in ambiente acquatici
- Producono un pigmento fluorescente giallo-verde



Streptomyces

- Iife ramificate di 0,5-2 μm
- Alla maturita' forma catene di molte spore
- Producono molti antibiotici
- Sono gram positivi

Identificazione 1

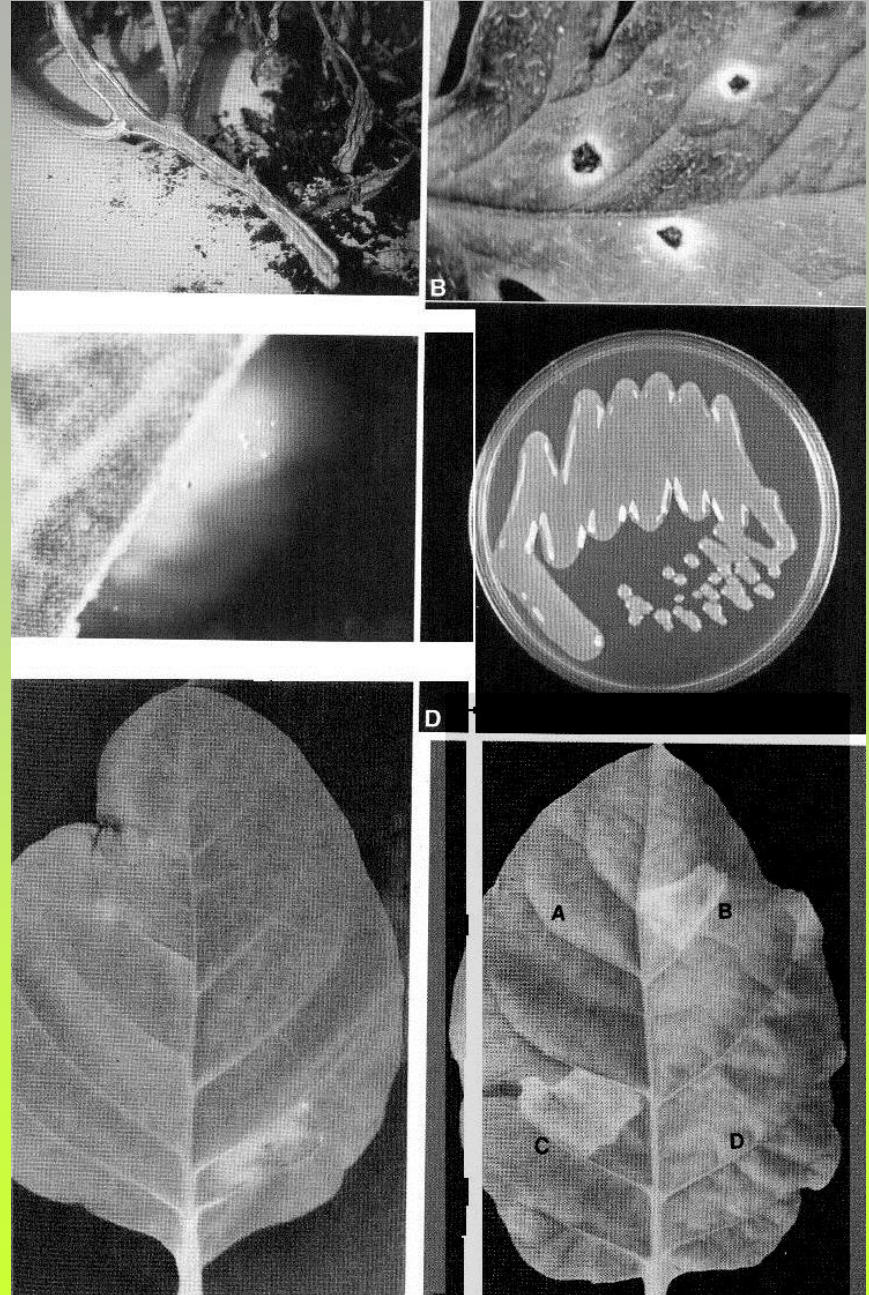
Colorazione GRAM

- positiva; alcuni componenti della parete e del citoplasma reagiscono con mureina e acidi teicoici
- Negativa: non ritengono la colorazione e sono caratterizzati da una membrana esterna a bilayer lipidico con LPS-periplasma di mureina-membrana interna

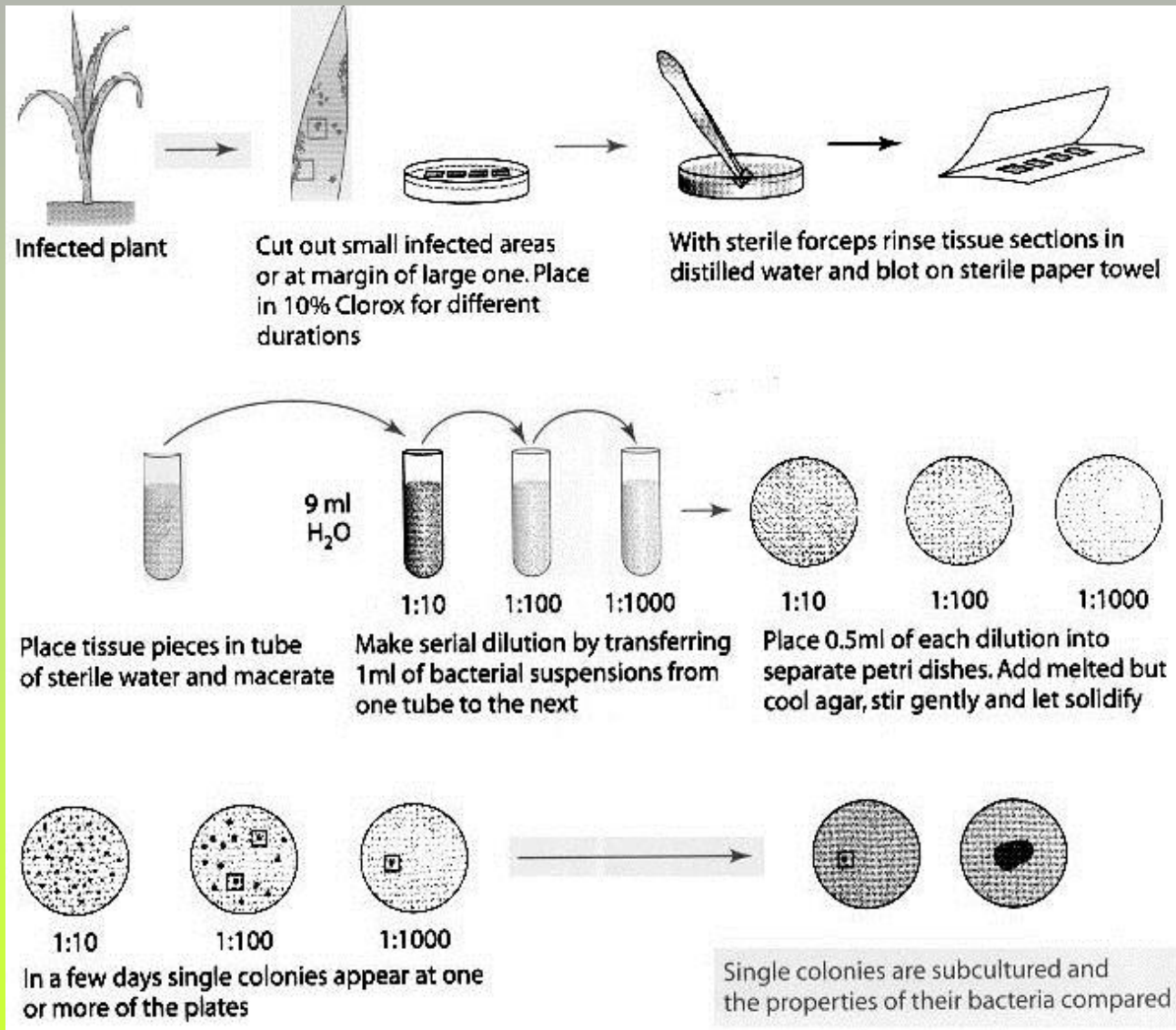
I batteri possono essere distinti anche su base nutrizionale ed enzimatica

Una classificazione puo' essere fatta su base sintomatologica

- Esterni
 - Avvizzimento (A)
 - Macchie fogliari (B)
- Interni
 - Imbrunimento tessuti vascolari (A)
 - Comparsa di un fluido opalescente dal fusto tagliato C)
 - Isolamento in coltura pura (D)
 - Comparsa di HR su foglie inoculate (E)



Isolamento



Identificazione 2

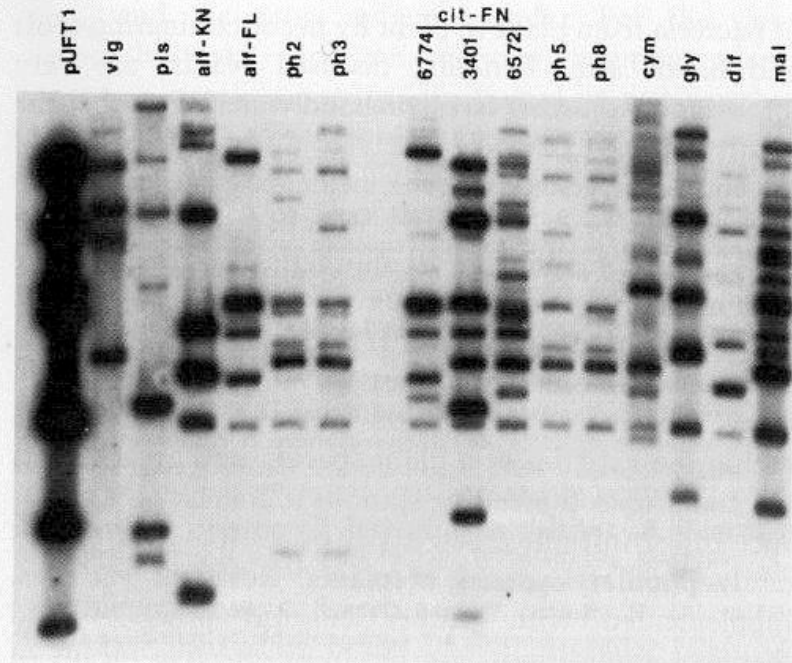
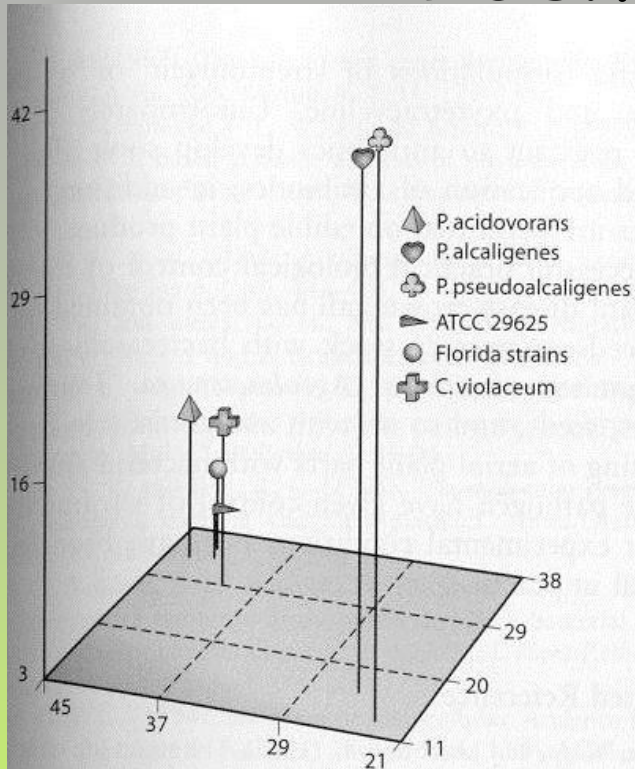


FIGURE 12-8 Identification of bacterial strains and pathovars

- In alcuni casi l'identificazione puo' essere fatta mediante una comparazione degli acidi grassi presenti nelle membrane batteriche (fatty acid profile analysis)
- Similmente i batteri possono essere identificati e la loro distanza genetica quantificata mediante il confronto dei profili di restrizione di alcune zone del genoma (RFLP)
- In particolare viene confrontato il polimorfismo generato tagliando il DNA con nucleasi specifiche (enzimi di restrizione), trasferendolo su una membrana di nylon (blotting) e ibridandolo con sonde radioattive o fluorescenti create in zone del genoma a discreta variabilita' (ITS, internal transcribed sequence o IGS intergenic spacers)

Ciclo delle batteriosi

- Sorgente d'inoculo
 - Organi infetti, residui della vegetazione, materiale di propagazione infetto, piante spontanee, insetti, terreno (a parte qualche caso come *R. solanacearum*, I batteri fitopatogeni non sono buoni competitori)
- Esigenze termiche
 - Sono mesofili min 10C-opt 25C- max 35C
- Penetrazione
 - Mai diretta sempre per ferite od aperture naturali (stomi, idatodi, acqua di guttazione, lenticelle, nettarii)
 - Alla penetrazione segue sempre una fase di ancoramento alla superficie esterna delle future cellule ospiti e una fase di moltiplicazione attiva (che s'interrompe precocemente nelle combinazioni incompatibili)
- Periodo d'incubazione: da 48 ore a 2 mesi
- Invasione
 - Si puo' avere l'invasione attraverso I vasi od attraverso il parenchima, da cellula a cellula o attraverso entrambe le vie, abbiamo pertanto
 - Batteriosi vascolari: avvizzimento
 - Batteriosi parenchimatice: macchie fogliari
 - Batteriosi sistemiche: si trasmettono per fasci e colonizza anche I parenchimi
 - Batteriosi iperplastiche
- Evasione
 - Emissione di flussi mucilluginosi in condizioni di alta' umidita' relativa, a volte non c'e' evasione e I batteri restano quiescenti sui e nei semi

Controllo delle malattie batteriche

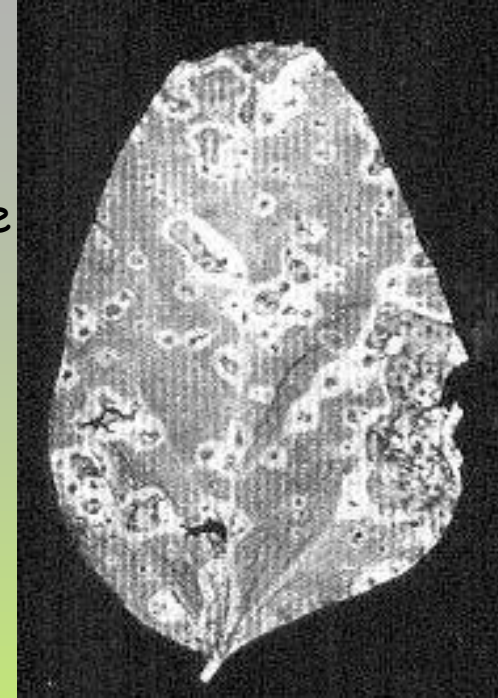
- Le malattie batteriche sono molto difficili da controllare
- Spesso una combinazione di diverse misure di controllo e' richiesta per combattere una data malattia batterica
- Pratiche sanitarie rivolte a ridurre l'inoculo in un campo possono essere effettuate rimuovendo e bruciando piante o rami infetti
- Regolando le fertilizzazioni e l'irrigamento
- L'uso di varietà resistenti a certe malattie batteriche e' uno dei metodi migliori per controllare le malattie
- Il suolo infestato con i batteri fitopatogeni possono essere sterilizzati con vapore o con calore elettrico e con sostanze chimiche come la formaldeide
- I semi quando infettati superficialmente possono essere sterilizzati usando HCl o ipoclorito di Na oppure portati a 52C per 20 min
- La lotta chimica ai batteri e' di solito molto meno efficace di quella ai funghi.
Comunque vengono usati
 - Poltiglia bordolese, rame, CuOH per il controllo dei bacterial leaf spots
 - Zineb, maneb o mancozeb mischiati con rame per il controllo delle malattie su piante giovani
- Lotta biologica
 - trattamento di tuberi, semi e altro con batteri antagonisti

Bacterial spots and blights

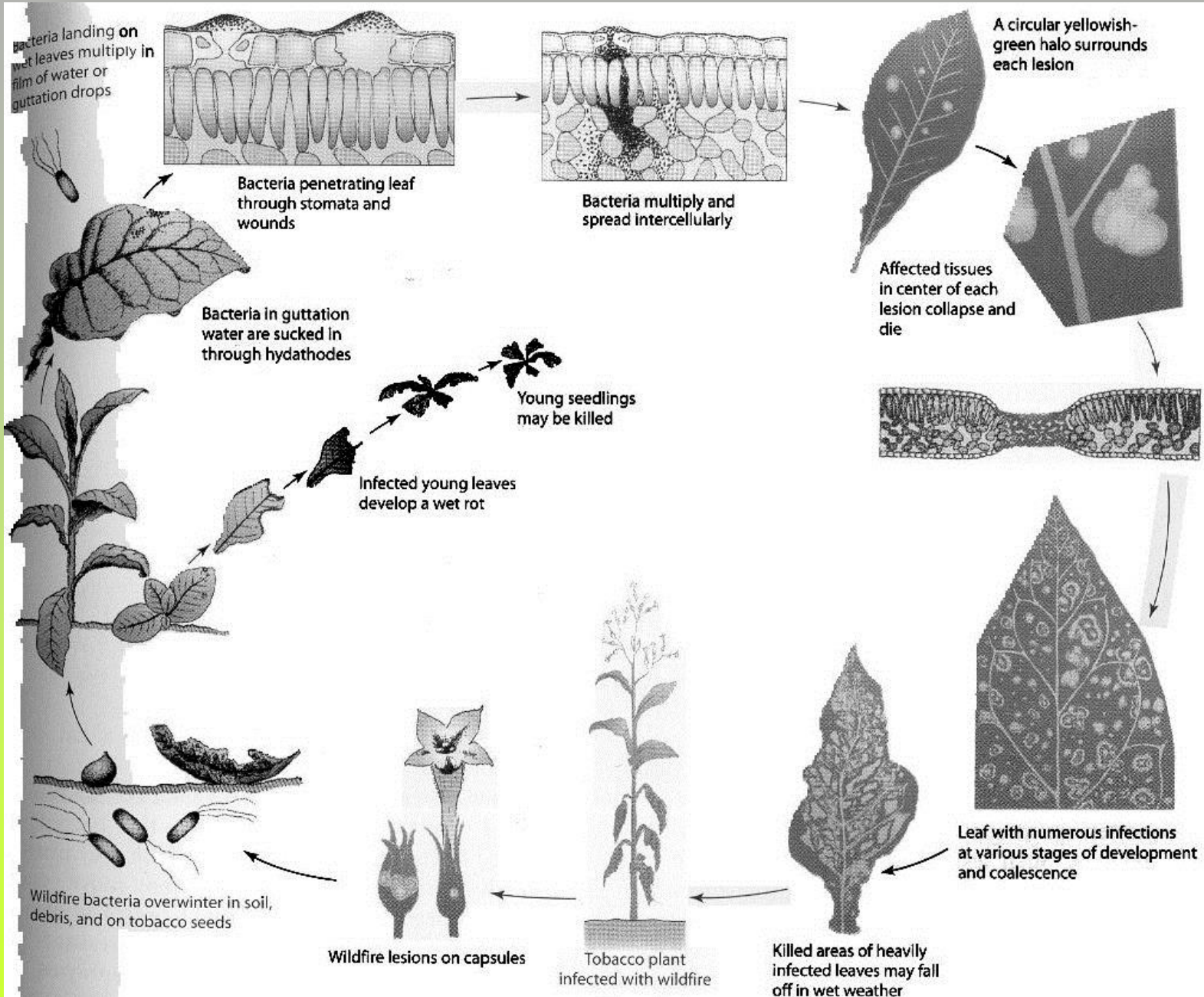
- I piu' comuni tipi di malattie batteriche delle piante sono quelle che appaiono come spots di diversa taglia sulle foglie, fusti, bocciuoli e frutti
- In alcune malattie le macchie continuano ad avanzare rapidamente e diventano blights "bruciature"
- Le macchie sono necrotiche, circolari e in qualche caso sono circondate da un alone giallognolo
- Nelle piante dicotiledoni I bacterial spots in qualche ospite sono limitati alle venature piu' grandi e le macchie appaiono angolari, e per lo stesso motivo nelle monocotiledoni appaiono come strisce
- Tutti gli spot e le bruciature batteriche delle foglie, dei fusti e dei frutti sono causate dai batteri del genere *Pseudomonas* e *Xanthomonas*
- In queste malattie la diagnosi routinaria della malattia dipende dalla morfologia dei sintomi, dall'assenza di funghi patogeni e dalla presenza di batteri in tessuti recentemente infettati

Wildfire del tabacco

- Il colpo di fuoco del tabacco ha una distribuzione ubiquitaria
- Causa perdite sia nei semenzali che in campo. Le plantule infette possono essere uccise. Se invece vengono colpite le piante adulte in campo possono avere una consistente perdita del fogliame o presentare delle foglie commercialmente non sfruttabili
- Una zona acuosca che separa il tessuto marcescente dal tessuto sano e' il primo sintomo della malattia
- Le foglie sviluppano delle macchie giallognole di 1 cm in cui il centro diventa marrone ed e' circondato da un alone giallo. Le macchie coalescono e formano larghe aree morte in pochi giorni
- Il batterio produce una tossina, la tabtossina, che da sola e' in grado di produrre le lesioni
- Controllo
 - Quando possibile devono essere usate solo varietà resistenti
 - Le misure di controllo devono essere iniziate nei semenzali
 - I semi contaminati devono essere immersi in formaldeide per 10 min
 - I semenzali devono essere spruzzati con composti rameici e streptomicina



Il ciclo della malattia

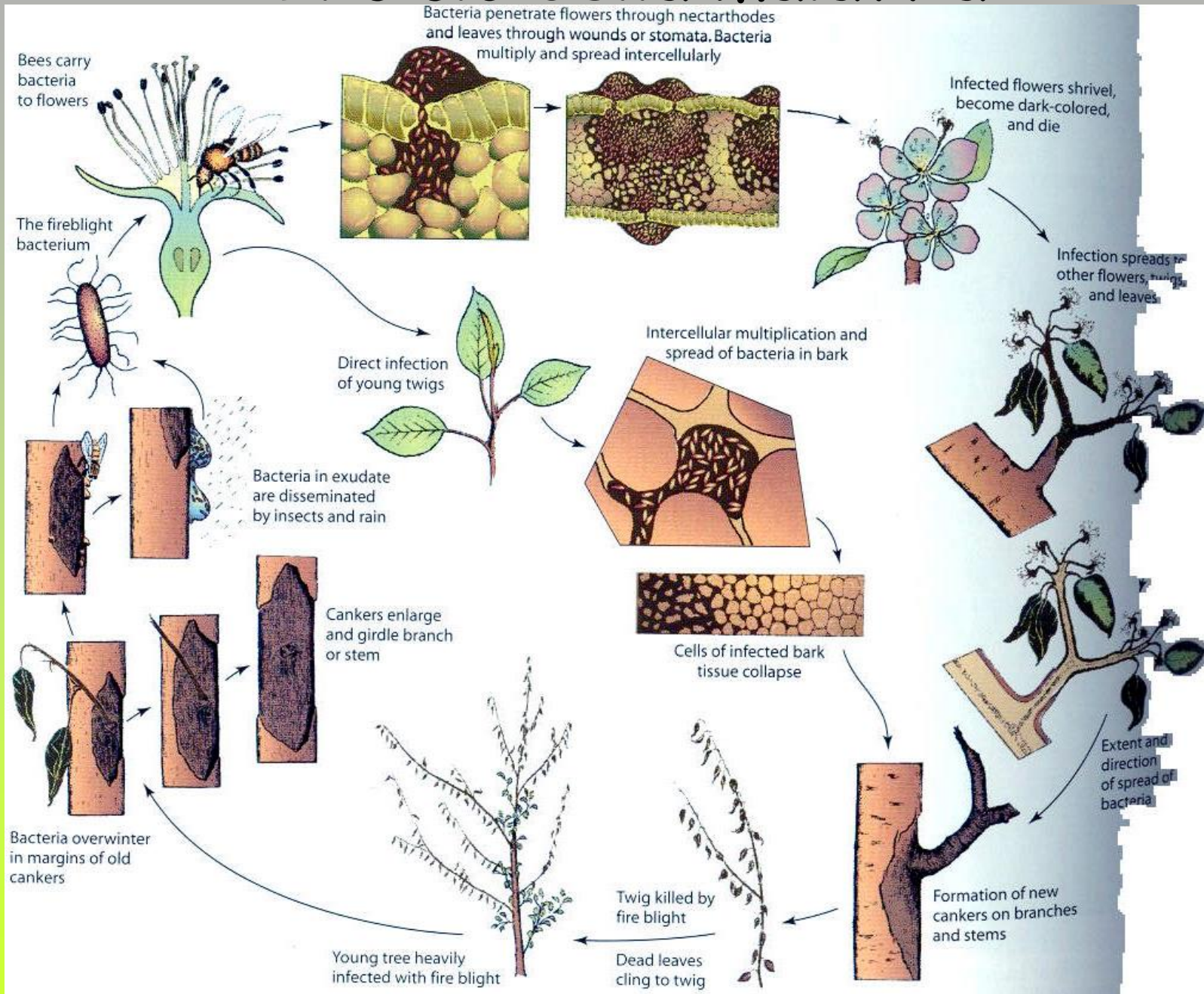


Fire blight del pero e del melo

- Il colpo di fuoco del melo e del pero sono tra le malattie piu' pericolose per queste piante
- E' provocata dal batterio *Erwinia amylovora* che puo' uccidere fiori e ramoscelli e puo' creare spaccature anche in rami larghi e nei tronchi arrivando a uccidere le piante intere
- I fiori infetti diventano acquosi e poi imbruniscono e cadono
- Le foglie dello stesso palco del fiore colpito imbruniscono lungo il midollo, la nervatura centrale o lungo i margini e tra le venature
- Man mano che la malattia progredisce le foglie si arricciano e si piegano verso i ramoscelli
- L'infezione progredisce sui ramoscelli prima e sul fusto principale poi. Qui si sviluppano cancri
- Anche i frutti appaiono acquosi e in condizioni particolarmente umide si originano delle goccioline in cui sono dispersi milioni di batteri
- Durante l'inverno tutti i rami bruciati, i cancri e a volte l'intero albero deve essere tagliato 10 cm al di sotto del punto visibile d'infezione

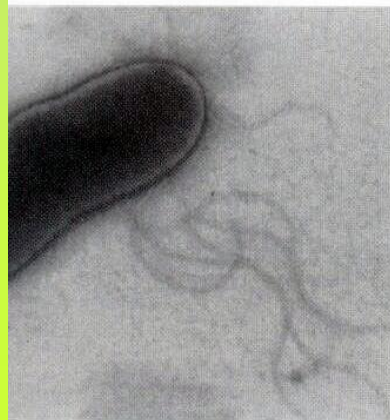
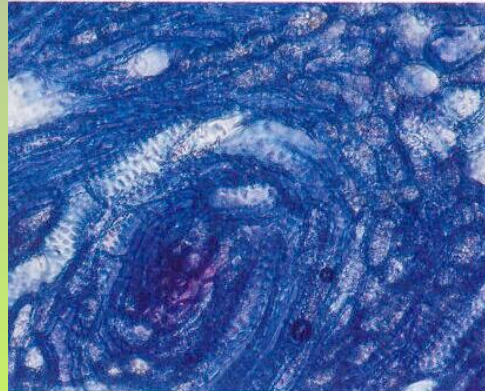


Il ciclo della malattia



Il tumore del colletto

- Agente causale: *Agrobacterium tumefaciens*
- Le galle provocate da questo batterio sono maligne: una volta che le cellule sono state indotte a dividersi ed alrgarsi esse continuano a dividersi senza piu' obedire ai controlli ormonali
- Primo sintomo: piccole escrescenze sullo stelo o sulle radici
- Originandosi in una ferita vengono confuse con il callo (proliferazione di cellule indifferenziate)
- Le cellule tumorali diventano indipendenti dal batterio e continuano a crescere e a dividersi anche in assenza del batterio
- Le cellule tumorali contengono piu' alte quantita' di IAA e citochinine
- Il controllo inizia con una spedizione dei semenzali
- Dato che il batterio penetra solo attraverso ferite fresche si devono evitare pratiche colturali invasive e presenza di insetti maceranti



Il ciclo della malattia

